GUIDE DE LA FLORICULTURE EN SERRE

Publication 370F

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Jeter les éditions périmées de la présente publication. Chaque année, le sous-comité concerné du Comité ontarien de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures revoit les pesticides énumérés dans cette publication. À la connaissance du Comité, au moment de l'impression, tous ces pesticides avaient été :

- homologués par le gouvernement fédéral;
- classés par le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC).

L'information fournie dans cette publication est d'ordre général seulement. En publiant ces recommandations, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAARO) n'offre aucune garantie et n'assument aucune responsabilité en cas de pertes de produits végétaux ou animaux, d'inconvénients pour la santé, de préjudices causés au milieu naturel ou aux personnes par suite de l'utilisation d'un pesticide mentionné dans cette publication.

Un certain nombre de marques sont mentionnées dans la publication pour en faciliter la consultation; cela ne veut pas dire que les ministères cautionnent ces produits ni que des produits similaires vendus sous d'autres marques sont inefficaces.

Étiquette du pesticide

Se référer aux renseignements figurant sur l'étiquette d'un produit avant de l'utiliser. Il faut se référer à l'étiquette du produit pour savoir comment l'utiliser en toute sécurité, et connaître notamment les dangers qu'il comporte, les restrictions d'utilisation, sa compatibilité avec d'autres substances et ses effets selon les conditions du milieu.

Le mode d'emploi indiqué sur l'emballage a force de loi.
Utiliser un produit de toute autre façon constitue un délit.

Homologation fédérale des pesticides

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue les pesticides à la suite d'une évaluation des données scientifiques visant à vérifier la valeur et le bien-fondé de chaque produit; elle veille aussi à ce que les risques pour la santé humaine et le milieu liés à l'utilisation projetée du produit soient acceptables.

1. **Homologation complète**
   L'homologation est généralement accordée pour une période de cinq ans, renouvelable par la suite..
2. **Homologation conditionnelle**
   L'homologation conditionnelle est accordée pour une période limitée et stipulée, sous réserve que le requérant accepte de fournir des données techniques ou scientifiques durant cette période, ou que le pesticide soit utilisé pour une intervention d'urgence en cas d'infestation ou d'infection majeure.

Limites maximales de résidus

L'ARLA a fixé des limites maximales de résidus (LMR) de pesticides. Comme les transformateurs et les détaillants fixent parfois des normes plus sévères, les producteurs doivent se renseigner auprès de leurs clients sur les restrictions ou limitations qu'ils appliquent. On leur conseille de tenir un registre à jour et précis sur l'usage des pesticides dans chacune de leurs cultures.

Étiquette supplémentaire

Chaque utilisateur DOIT obtenir une étiquette supplémentaire et suivre toutes les indications qui s'y trouvent si l'ARLA autorise de nouvelles utilisations d'un pesticide homologué qui ne figurent pas sur l'étiquette initiale. Une étiquette supplémentaire est nécessaire, par exemple, dans chacun des cas suivants :

- **homologation conditionnelle pour une intervention d'urgence,**
- **homologation du produit pour un nouvel usage limité.**

On peut obtenir un exemplaire de l'étiquette supplémentaire auprès du fabricant ou du fournisseur, du regroupement de producteurs qui a parrainé l'homologation d'urgence ou l'usage restreint, du MAARO ou du Service de renseignements de l'ARLA.

Pour plus d'information sur la situation d'un pesticide à l'égard de son homologation, consulter le site Web de l'ARLA à *www.santecanada.gc.ca/arla* ou composer le 1 800 267-6315.

Réglementation des pesticides en Ontario

C'est le MEACC qui est chargé de réglementer la vente des pesticides, leur utilisation, leur transport, leur entreposage et leur élimination en Ontario. La province réglemente les pesticides en donnant l'éducation appropriée, et en fixant les exigences concernant la délivrance des licences et permis, conformément à la *Loi sur les pesticides* et au Règlement 63/09.

De plus, il faut utiliser tous les produits pesticides conformément à la *Loi sur les pesticides* et au Règlement 63/09. Les textes de la loi et de son règlement d'application sont affichés sur le site Web *www.ontario.ca/lois-en-ligne;* on peut aussi en faire la demande auprès de ServiceOntario, Publications, au numéro sans frais 1 800 668-9938, ou au 416 326-5300.

Classification des pesticides

Le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario (OPAC) est chargé de revoir les pesticides et de faire ses recommandations au MEACC à l'égard de la classification de chaque produit avant qu'il puisse être vendu ou utilisé en Ontario. Après l'approbation par le MEACC, les produits sont affichés sur le site Web du MEACC à l'adresse *ontario.ca/meo.*

Permis et accréditation

Exigences visant les producteurs et leurs aides

Pour des détails sur la certification des producteurs et la formation de leurs aides, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à *www.opep.ca* ou composer le 1 800 652-8573.

Exigences visant les exploitants d'entreprises de destruction de parasites (exterminateurs) et leurs techniciens

Pour connaître les exigences en matière d'accréditation des destructeurs de parasites et de formation des techniciens, consulter :

- le site sur la formation et l'accréditation de destructeur de parasites à *www.ontariopesticide.com/index.cfm/franc3a7ais/ou* faire le 1 888 620-9999 ou 519 674-1575;
- le site du programme de formation des techniciens en pesticides (Pesticide Technician Program) du Pesticide Industry Council à *www.hort-trades.com* ou faire le 1 800 265-5656 ou encore écrire à *pic@hort-trades.com*;
- le Pesticide Industry Regulatory Council (PIRC) at *www.oipma.ca*.

This publication is also available in English.

GUIDE DE LA FLORICULTURE EN SERRE

Publication 370F

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

La présente publication couvre des produits pesticides qui, au 31 mai 2014, étaient homologués pour utilisation sur des cultures ornementales de serre. Toute mise à jour de cette information sera affichée sur le site Web du MAAARO à *www.ontario.ca/culturesdeserre*.

Si vous avez besoin d'information technique ou commerciale, veuillez communiquer avec le Centre d'information agricole au :

1 877 424-1300 ou à *ag.info.omafra@ontario.ca*

Si vous cherchez de l'information concernant la floriculture en serre sur Internet, rendez-vous sur le site du MAAARO à :

www.ontario.ca/culturedeserre

C'est un guichet unique qui offre des fiches techniques, des articles et des photos sur la production et la gestion des cultures florales et d'ornement de l'Ontario.

Remerciements

Les recommandations faites dans la présente publication ont été préparées en consultation avec les titulaires d'homologation et le Comité des services agricoles – Floriculture en serre.

Illustrations sur les pages de couverture

Première de couverture :
Grande photo : Production printanière de paniers suspendus et de contenants mixtes
Petites photos (de haut en bas) : Bident; violettes; impatiente double

Quatrième de couverture :
Grande photo : Violettes
Petites photos (de gauche à droite) : Aleurodes sur une feuille de poinsettia; *Botrytis* sur la primevère; thrips des petits fruits

Pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du MAAARO, on peut faire la commande :

- en ligne à l'adresse *www.serviceontario.ca/publications*
- par téléphone, au centre ServiceOntario, du lundi au vendredi, entre 8 h 30 et 17 h 00 HE : - 416 326-5300
  - 416 326-3408 (ATS)
  - 1 800 668-9938, sans frais partout au Canada
  - 1 800 368-7095, sans frais en Ontario
- en personne, à un centre ServiceOntario partout en Ontario.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAARO)

©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2014

Toronto, Canada

Table des matières

1. Utilisation des pesticides en Ontario 1
- Homologation fédérale des pesticides 1
- Réglementation des pesticides en Ontario 1
  - Classement des pesticides 2
- Accréditation et délivrance des licences 2
  - Exigences visant les producteurs et leurs aides 2
  - Exploitants d'entreprise de destruction de parasites (exterminateurs) et leurs techniciens 2
  - Exception visant les terrains de golf, les gazons de nature particulière et les spécialistes d'entretien des arbres 2
- Renseignements sur l'application des pesticides 3
  - Délai de sécurité après traitement 4
  - Délai d'attente avant la récolte de cultures alimentaires (délais d'attente avant récolte, avant pâturage ou avant affouragement) 4
  - Bandes tampons 5
- Protection de l'environnement 5
  - Protection des sources d'eau 5
  - Empoisonnement des abeilles 6
  - Prévention de la dérive du brouillard de pulvérisation 7
- Élimination des pesticides 9
  - Contenants de pesticides vides (de 23 L ou moins) 9
  - Contenants de pesticides vides (de plus de 23 L) 9
  - Restes de bouillie 9
  - Restes de pesticides en entreposage 9
- Entreposage des pesticides 10
- Déversements de pesticides 10

2. Emploi sécuritaire des pesticides 13
- Santé humaine 13
  - Risques liés à l'utilisation des pesticides 13
  - Toxicité 13
  - Mode d'exposition 13
  - Mesure du taux de cholinestérase dans le sang 14
- Lire et respecter l'information portée par l'étiquette 14
  - Connaître la signification des termes et symboles de danger 14
- Premiers soins 15
  - Symptômes d'empoisonnement par les pesticides 16
- Précautions générales dans l'utilisation de pesticides 16
- Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides 17
- Vêtements et équipement de protection 17
- Travail dans des espaces clos 19
  - Appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant 19
  - Appareil de protection respiratoire autonome 19
  - Autres vêtements de protection 19
  - Équipement de protection individuelle 19
- Entretien des vêtements et de l'équipement de protection 21
  - Respirateurs 21
  - Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique 21
  - Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation 21
  - Hygiène corporelle 22
- Méthodes d'application 22
  - Pulvérisateurs 22
  - Réglage du pulvérisateur 22

3. Eau, substrat et fertilisation 25
- Introduction 25
- Eau 25
  - Absorption 25
  - Quantité 25
  - Programme de réglementation des prélèvements d'eau 26
  - Gestion de l'utilisation de l'eau 26
  - Qualité 26
- Conductivité électrique (CÉ) 27
  - Pourquoi mesurer la CÉ des substrats ou des solutions 28
  - Comment mesurer la CÉ d'un substrat 29
  - Interprétation des mesures de la CÉ 29
- Le pH et son rôle 30
  - Alcalinité et bicarbonate 30
  - Comment mesurer le pH 31
  - Pourquoi mesurer le pH 31
  - Correction du pH 33
- Substrats artificiels (mélanges sans sol) 34
  - Pourquoi utiliser des mélanges sans sol 34
  - Rôles d'un bon substrat 34
  - Ingrédients courants 35
  - Caractéristiques physiques d'un mélange sans sol 37
  - Préparation d'un mélange sans sol 38
  - Caractéristiques chimiques d'un mélange sans sol 39
  - Mélanges prêts à l'emploi 39
  - Composts 39
  - Problèmes courants posés par les mélanges sans sol 39
- Éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes 40
- Absorption et diffusion des éléments nutritifs indispensables à la croissance des plantes 41
  - Éléments non fertilisants 41
  - Macro-éléments 41
  - Oligo-éléments 42
- Analyse des éléments nutritifs 42
  - Eau 42
  - Dosage des mélanges sans sol 44
  - Analyse foliaire 45
- Symptômes de carence nutritive 47
  - Interactions entre les éléments nutritifs 47
- Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel 47
  - Azote 48
  - Phosphore 48

Potassium 48
Magnésium 49
Soufre 49
Calcium 49
Bore 49
Cuivre 49
Fer 50
Manganèse 50
Molybdène 50
Zinc 50

4. Lutte intégrée contre les ravageurs et santé des cultures . 53
Dépistage 53
Insectes et acariens 54
Maladies 54
Lutte culturale 55
Hygiène 55
Pasteurisation des sols 57
Lutte contre les mauvaises herbes 58
Gestion des paramètres d'ambiance 59
Cultivars résistants 62
Lutte physique 62
Biosécurité 62
Propreté du matériel végétal 63
Installation de moustiquaires 63
Autres mesures de lutte physique 64
Lutte biologique 64
Lutte biologique contre les insectes et les acariens 64
Lutte biologique contre les maladies 66
Lutte chimique 68
Résistance 68
Conditions de réussite de la lutte contre les maladies 69

5. Principaux insectes et acariens nuisibles 71
Biosécurité 71
Organismes justiciables de quarantaine 71
Thrips 71
Description et cycle biologique 71
Dommages 71
Stratégies de lutte 72
Aleurodes 74
Description et cycle biologique 74
Espèces d'aleurodes 75
Dommages 75
Stratégies de lutte 75
Tétranyque à deux points 78
Description et cycle biologique 78
Dommages 78
Stratégies de lutte 79
Pucerons 80
Description et cycle biologique 80
Dommages 80
Stratégies de lutte 81
Mouches des terreaux et mouches des rivages 82
Description et cycle biologique 82
Dommages 82
Stratégies de lutte 82
Mineuses 84
Description et cycle biologique 84
Dommages 85
Stratégies de lutte 85

6. Ravageurs occasionnels 87
Acariens 87
Phytopte des tomates 87
Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu 87
Cécidomyies (moucherons à galles) 87
Chenilles et papillons 88
Chrysomèle rayée du concombre 89
Cloportes 89
Cochenilles 89
Cochenille des fougères 90
Cochenille des Hespérides 90
Cochenille hémisphérique 90
Cochenille ronde du lierre et kermès rapace 90
Cochenilles farineuses 90
Coléoptères 91
Collemboles 91
Escargots et limaces 91
Fourmis 92
Mineuse de la tomate 92
Nématodes parasites des feuilles 93
Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz) 93
Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos) 93
Méthodes de lutte culturale contre les nématodes 93
Nématodes parasites des racines 93
Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins) 94
Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood) 94
Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) 94
Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky) 94
Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb) 94
Punaises ternes *(Lygus)* 95
Ravageurs vertébrés 95
Sauterelles 95
Symphyles 95

7. Principales maladies des plantes de serre 97
Maladies réglementées 97
Maladies fongiques 97
Botrytis (pourriture grise) 97
Taches foliaires et brûlures 98
Maladies du blanc 99
Mildious 100
Flétrissures infectieuses 102

Fonte des semis 103
Pourritures du collet et des racines 104
Pythium spp. 105
Rhizoctonia 106
Phytophthora spp. 107
Encre des chênes rouges *(Phytophthora ramorum)* 107
Fusarium spp. 108
Thielaviopsis basicola 108
Sclerotinia 109
Rouilles 109
Maladies bactériennes (bactérioses) 111
Erwinia carotovora 112
Erwinia chrysanthemi 112
Ralstonia solanacearum 112
Xanthomonas campestris pv. 112
Maladies virales (viroses) 113
Virus de la mosaïque du tabac (VMT) 113
Virus de la mosaïque du concombre (VMC) 114
Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente 114

8. Activité, toxicité et application des pesticides 115
Efficacité des traitements phytosanitaires 115
Eau destinée aux traitements phytosanitaires 115
Compatibilité des pesticides 115
Méthodes d'application des pesticides 116
Pulvérisation 116
Bassinage du sol 116
Brumisation 116
Épandage de granulés 116
Application de fumées insecticides 116
Pulvérisation à ultra-bas volume 116
Pulvérisateurs électrostatiques 116
Traitements des semences 116
Agents mouillants 116
Toxicité et classement des pesticides 117
Phytotoxicité des pesticides pour les cultures florales 125
Dangers possibles 125
Prévention de l'empoisonnement des abeilles 127

9. Emploi de régulateurs de croissance 131
Facteurs culturaux influençant la croissance des végétaux 131
Stress hydrique 131
Nutrition 131
Température moyenne sur vingt-quatre heures 131
DIF ou température diurne-nocturne 131
Intensité lumineuse 132
Qualité de la lumière 132
Espacement des plants 132
Facteurs de stress mécaniques 132
Eau froide 132
Facteurs physiologiques influençant la croissance des végétaux 132
Vigueur de la plante 132
Réaction du cultivar ou de l'espèce 132
Stade de croissance 133
Taille des plants 133
Facteurs environnementaux influençant la croissance des végétaux 133
Facteurs physiques et chimiques influençant la croissance des végétaux 133
Rémanence du produit 133
Absorption et diffusion du produit chimique 134
Dosage et recouvrement 134
Entreposage 135
Méthode d'application 135
Nombre d'applications 137
Comment estimer la taille définitive du plant 137
Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de croissance des plantes 137
Mode d'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures ornementales de serre 138

10. Produits de lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres 145

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur 163
Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot) 163
Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales d'extérieur 166

12. Annexes 171
Annexe A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) 171
Annexe B. Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario - Coordonnées des bureaux régionaux 171
Annexe C. Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture 172
Annexe D. Autres ressources 173
Annexe E. Service de diagnostic 174
Annexe F. Système international (SI) 175

Liste des figures et des tableaux

1. Utilisation des pesticides en Ontario

Figure 1–1. Exemple de délai de sécurité de 24 heures sur une étiquette de pesticide 4

Tableau 1–1. Exigences visant les installations d'entreposage 10

2. Emploi sécuritaire des pesticides

Tableau 2–1. Signification des termes et symboles de danger 15

Tableau 2–2. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario 20

3. Eau, substrat et fertilisation

Tableau 3–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certains critères 28

Tableau 3–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active, déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé 30

Tableau 3–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures 32

Tableau 3–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3– (1 mmol/L ou 1 meq/L) par 100 000 L d'eau 33

Tableau 3–5. Correction du pH du sol 34

Tableau 3–6. Exemple d'un mélange sans sol avec amendements 38

Tableau 3–7. Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux 40

Tableau 3–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre 43

Tableau 3–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus 46

Tableau 3–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs 47

Figure 3–1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre 51

4. Lutte intégrée contre les ravageurs et santé des cultures

Tableau 4–1. Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles 58

Figure 4–1. Triangle de la maladie 60

Tableau 4–2. Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées 66

5. Principaux insectes et acariens nuisibles

Figure 5–1. Thrips des petits fruits 72

Figure 5–2. Aleurode des serres 74

Figure 5–3. Aleurode de la patate douce 75

Figure 5–4. Tétranyque à deux points 78

Figure 5–5. Puceron vert du pêcher 81

Figure 5–6. Mouche des terreaux 83

Figure 5–7. Mouche des rivages 83

Figure 5–8. Mineuse 85

7. Principales maladies des plantes de serre

Figure 7–1. Cycle biologique de *Botrytis* 98

Figure 7–2. Cycle biologique de la tache foliaire 99

Figure 7–3. Cycle biologique du blanc 100

Figure 7–4. Cycle biologique du mildiou 101

Figure 7–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences 104

Figure 7–6. Cycle biologique de *Pythium* 106

Figure 7–7. Cycle biologique de *Rhizoctonia* 107

Figure 7–8. Cycle biologique de *Sclerotinia* 109

8. Activité, toxicité et application des pesticides

Tableau 8–1. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides 118

Tableau 8–2. Classement et toxicité des fongicides 120

Tableau 8–3. Classement et toxicité des régulateurs de croissance 122

Tableau 8–4. Classement et toxicité des herbicides 122

Tableau 8–5. Groupes d'insecticides constitués en fonction du site ou du mode d'action 123

Tableau 8–6. Groupes de fongicides constitués en fonction du site ou du mode d'action 124

Tableau 8–7. Groupes d'herbicides constitués en fonction du site ou du mode d'action 125

Tableau 8–8. Toxicité relative des pesticides pour les abeilles 128

9. Emploi de régulateurs de croissance

Tableau 9–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance 136

Tableau 9–2. Volume de bouillie recommandé pour l'application des régulateurs de croissance 136

Tableau 9–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture 138

Tableau 9–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes 139

10. Produits de lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

Tableau 10–1. Pesticides homologués, par nom commercial .. 146

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu 149

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Tableau 11–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (voir les doses sur l'étiquette) 164

Tableau 11–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (voir les doses sur l'étiquette) 165

Tableau 11–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 166

Tableau 11–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 169

1. Utilisation des pesticides en Ontario

L'information contenue dans ce chapitre est mise à jour périodiquement. Pour l'information la plus à jour, veuillez consulter le site Web du MAAARO à *www.ontario.ca/utilisationdespesticides*. Comme ce chapitre a une portée générale, l'information qu'il contient ne s'applique pas nécessairement à toutes les cultures.

Avant d'utiliser un pesticide, lisez le mode d'emploi sur l'étiquette! Les étiquettes des produits peuvent changer. Consultez également le *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur.* Notez par écrit tous les détails sur vos pulvérisations.

Homologation fédérale des pesticides

Avant qu'un pesticide puisse être vendu ou utilisé en Ontario, il doit avoir été homologué en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* (Canada) et classé en vertu de la *Loi sur les pesticides* (Ontario). L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue chaque pesticide qu'un fabricant souhaite mettre sur le marché canadien après en avoir évalué le dossier scientifique et vérifié l'intérêt et la valeur; elle s'assure aussi que les risques pour la santé humaine et l'environnement, qui sont liés à l'utilisation projetée du produit, restent dans les limites acceptables.

L'ARLA soumet les pesticides déjà homologués à des réévaluations pour déterminer s'ils continuent de respecter les normes actuelles visant la protection de la santé humaine et de l'environnement lorsqu'ils sont employés conformément à leur mode d'emploi. Ce genre de réévaluation peut donner plusieurs résultats :

- le maintien de l'homologation telle quelle;
- la modification des renseignements figurant sur l'étiquette (p. ex., nouvelles exigences en matière d'équipement de protection individuelle, de délai de sécurité après traitement et de bandes tampons);
- la modification des limites maximales des résidus (LMR) existantes;
- l'élimination pure et simple ou graduelle de certains usages ou de certaines formulations;
- le retrait de l'homologation.

L'étiquette d'un pesticide est un document qui a force de loi. Elle édicte en effet les conditions dans lesquelles le produit peut être utilisé en toute légalité. Les étiquettes de tous les produits homologués se trouvent sur le site Web de l'ARLA, sous Recherche d'étiquettes de pesticides, à l'adresse *www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/index-fra.php*. L'utilisateur doit s'assurer que l'étiquette qu'il consulte est à jour et être au courant des décisions qui auraient été prises concernant le pesticide à la suite d'une réévaluation.

Réglementation des pesticides en Ontario

En Ontario, c'est le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique qui est chargé de réglementer la vente, l'emploi, le transport, l'entreposage et l'élimination des pesticides. La province réglemente les pesticides en vertu de la *Loi sur les pesticides* et du Règlement 63/09 en exigeant des utilisateurs qu'ils suivent une formation et qu'ils obtiennent des licences et/ou des permis. Tous les pesticides doivent être utilisés conformément à la *Loi sur les pesticides* et au Règlement 63/09. La Loi et son règlement sont affichés sur le site Lois-en-ligne de la province de l'Ontario à *www.lois-en-ligne.gouv.on.ca;* on peut aussi se les procurer en appelant ServiceOntario au 1 800 668-9938 ou au 416 326-5300.

Classement des pesticides

Avant qu'un pesticide homologué par le gouvernement fédéral puisse être vendu ou utilisé en Ontario, il doit avoir été classé en vertu de la *Loi sur les pesticides* (Ontario). Le système de classement des pesticides de l'Ontario comporte onze catégories de pesticides. Le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario (CCPO) a la responsabilité d'examiner les pesticides et de recommander au ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique la catégorie dans laquelle chacun devrait être classé. Le CCPO classe chaque pesticide en fonction de sa toxicité, des dangers qu'il peut poser pour la santé ou l'environnement, de la persistance de sa matière active ou de ses métabolites, de sa concentration, de l'emploi auquel il est destiné, de sa catégorie dans la législation fédérale (à usage domestique, commercial, restreint) et de son statut à l'égard de l'homologation. Ce système de classement est à la base des règles établies par l'Ontario en matière de distribution, de disponibilité et d'utilisation des pesticides sur son territoire. Une fois qu'il a approuvé le classement d'un pesticide, le ministère l'affiche sur son site Web à *www.ontario.ca/pesticides*.

Accréditation et délivrance des licences

Exigences visant les producteurs et leurs aides

Les producteurs doivent obtenir le certificat décerné au terme du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides avant d'acheter et d'utiliser sur leur ferme tout pesticide des catégories 2 et 3. Ce certificat n'est pas exigé pour utiliser des pesticides des catégories 4, 5, 6 ou 7. Pour s'informer sur l'accréditation des producteurs agricoles et sur la formation des aides agricoles, consulter le site du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à *www.opep.ca* (en anglais seulement) ou appeler le 1 800 652-8573.

Exploitants d'entreprise de destruction de parasites (exterminateurs) et leurs techniciens

Pour connaître les exigences en matière d'accréditation des destructeurs de parasites et de formation des techniciens, voir :

- le site sur la formation et l'accréditation des destructeurs de parasites à *www.ontariopesticide.com/index.cfm/home-page* (en anglais seulement) ou appeler le 1 888 620-9999 ou le 519 674-1575
- le site du Pesticide Industry Council à *www.hort-trades.com* (en anglais seulement), appeler le 1 800 265-5656 ou envoyer un courriel à *pic@hort-trades.com*
- le site du Pesticide Industry Regulatory Council à *www.oipma.ca* (en anglais seulement)

Exception visant les terrains de golf, les gazons de nature particulière et les spécialistes d'entretien des arbres

Pour tout renseignement sur les exigences de la *Loi sur les pesticides* et du Règlement 63/09 concernant les terrains de golf et d'autres utilisations pour les gazons en plaques, y compris l'agrément obligatoire des terrains de golf pour la lutte intégrée, consulter *www.ontario.ca* et chercher :

- Pesticides et terrains de golf
- Gazon de nature particulière et terrains de sport précisés.

Pour plus d'information sur les exigences de la *Loi sur les pesticides* et du Règlement 63/09 concernant l'exception visant l'utilisation de pesticides pour l'entretien des arbres, visiter *www.ontario.ca* et chercher :

- Spécialistes en entretien des arbres

Pour en savoir plus sur la réglementation des pesticides et sur l'accréditation et la délivrance de licences, voir :

- la deuxième page de couverture de la présente publication;
- le site de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), *www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/index-fra.php*;
- le Service d'information sur la lutte antiparasitaire de l'ARLA : 1 800 267-6315 (du Canada) ou 1 613 736-3799 (de l'étranger);
- le site du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario, *www.ontario.ca/pesticides;*
- le spécialiste des pesticides du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de chaque région (voir l'annexe B, *Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario – Coordonnées des bureaux régionaux,* p. 171);
- le site Web du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), *www.ontario.ca/maaaro*;
- le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides (campus de Ridgetown de l'Université de Guelph), *www.opep.ca (en anglais seulement);*
- le site Web de l'organisme Ontario Pesticide Training & Certification, *www.ontariopesticide.com/index.cfm/home-page* (en anglais seulement);
- le site Web de l'organisme Pesticide Industry Council, *www.hort-trades.com*;
- le site Web du Conseil IPM du Canada, *www.ontarioipm.com* ou *ipmcouncilcanada.org/* (en anglais seulement);
- le site Web du Pesticide Industry Regulatory Council (PIRC), *www.oipma.ca* (en anglais seulement).

Renseignements sur l'application des pesticides

L'utilisateur d'un pesticide doit choisir la formulation et la méthode d'application les plus indiquées pour la situation. Utiliser uniquement un pulvérisateur correctement réglé. Autant que possible, choisir la formulation la moins toxique et la moins volatile. Prendre toutes les précautions possibles pour empêcher que le pesticide n'atteigne des personnes et des organismes non visés. Avant d'entreprendre le traitement, lire intégralement et attentivement l'étiquette à jour du pesticide. Sur l'étiquette se trouvent des renseignements importants, notamment :

- le mode d'emploi (doses et taux d'application, cultures et sites pouvant être traitées, organismes visés, restrictions relatives aux cultures suivantes dans la rotation, nombre maximal de pulvérisations, taille des gouttelettes et type de buses, matériel de pulvérisation, moment des traitements et conditions atmosphériques adéquates);
- l'équipement de protection individuelle à porter;
- les avertissements et symboles de danger;
- les délais de sécurité après traitement;
- les bandes tampons;
- les mises en garde particulières;
- les mesures à prendre en cas d'accident;
- les méthodes d'élimination.

Pour des renseignements complets sur les dangers d'un pesticide, consulter la fiche signalétique (fiche technique santé-sécurité) du produit ou appeler le fabricant.

Pour plus d'information sur l'application des pesticides, voir :

- la fiche technique du MAAARO *Calibrer un pulvérisateur à jet porté;*
- la fiche technique du MAAARO *Réglage, entretien et nettoyage des pulvérisateurs à jet porté;*
- la fiche technique du MAAARO *Effets des conditions météorologiques sur les pulvérisations* (site Web seulement);
- la fiche technique du MAAARO *Dérive des pesticides pulvérisés au sol;*
- les vidéos produites dans le cadre du Programme ontarien de formation en matière de pesticides (campus de Ridgetown de l'Université de Guelph) à *www.opep.ca/index.cfm/learning-resources/videos/ (en anglais seulement);*
- le fascicule nº BMP13F de la série *Les pratiques de gestion optimales,* « Entreposage, manipulation et application de pesticides », publié par le MAAARO et AAC;
- la fiche technique du MAAARO *Contamination des sources d'approvisionnement en eau par les pesticides dans les exploitations agricoles – Recommandations sur la prévention, le nettoyage et les responsabilités*.

Délai de sécurité après traitement

Le délai de sécurité après traitement ou délai de non-retour dans les zones traitées est la période qui suit l'épandage d'un pesticide et durant laquelle il est interdit aux travailleurs agricoles ou à toute autre personne d'exécuter des **tâches manuelles** dans un lieu qui vient d'être traité. Ce délai permet aux émanations et aux résidus du pesticide de se dissiper jusqu'à permettre l'exécution d'une tâche sans risques.

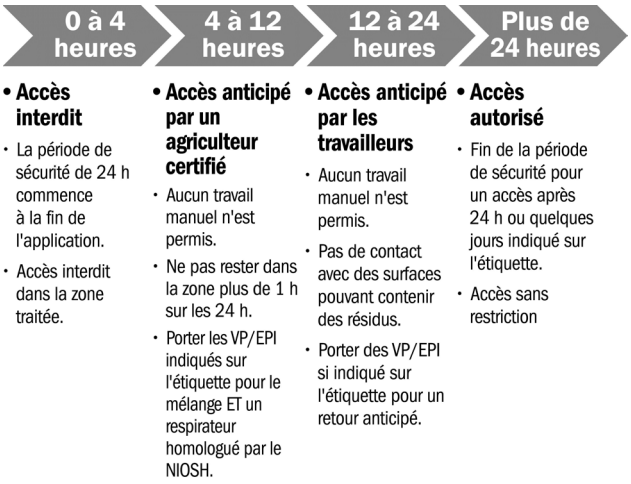
Quel que soit le délai de sécurité indiqué, **personne ne doit entrer dans la zone traitée pendant un délai de 12 heures** après la fin du traitement à moins d'être un agriculteur agréé ou un entrepreneur (exterminateur) détenteur d'un permis qui pénètre dans la zone traitée pour exécuter de courtes tâches; dans ce cas l'agriculteur ou l'entrepreneur doit porter des vêtements de protection individuelle et un appareil respiratoire adéquats.

Le délai de sécurité peut aller de 12 heures à plusieurs jours. L'étiquette d'un même pesticide peut indiquer différents délais de sécurité spécifiques à différentes cultures et à différentes tâches postérieures au traitement (p. ex. dépistage, récolte). Si aucun délai de sécurité n'est indiqué pour une culture agricole donnée, respecter un délai de 12 heures. Pour le traitement de terrains de golf et de pelouses résidentielles, on ne doit pénétrer dans la zone traitée que lorsque la solution de pulvérisation est sèche.

Les tâches manuelles impliquent, pour le travailleur agricole, un contact avec les surfaces traitées (plants, parties de plants ou sol). Ces tâches peuvent être la plantation, la récolte, la taille, l'écimage, l'éclaircissage, le désherbage, le dépistage, le décolletage, l'enlèvement des drageons, la tonte, l'épuration des semis et l'emballage du produit dans des contenants au champ ou dans la serre. On ne peut effectuer ces tâches qu'après la fin du délai de sécurité. Le travail manuel n'inclut généralement pas la conduite, le déplacement ou la réparation du matériel d'irrigation ou de manutention de l'eau, sauf pour l'irrigation manuelle.

Un agriculteur agréé ou un entrepreneur détenteur d'un permis (permis de destructeur pour l'agriculture ou d'un permis de destructeur pour les plantes de serre ou d'intérieur) peut avoir besoin de pénétrer de nouveau dans une zone traitée pour exécuter de courtes taches avant la fin du délai de sécurité. Dans ce cas, l'agriculteur agréé ou l'entrepreneur détenteur d'un permis peut procéder quatre heures après le traitement; il doit alors porter un appareil respiratoire approuvé par le NIOSH, tout autre vêtement protecteur et tout autre dispositif de protection individuelle mentionné sur l'étiquette pour le mélange et le chargement. Pendant la durée du délai de sécurité, cet agriculteur agréé ou entrepreneur détenteur d'un permis (exterminateur) ne doit pas rester dans la zone traitée plus d'une heure au total pendant la même période de 24 heures.

Figure 1–1. Exemple de délai de sécurité de 24 heures sur une étiquette de pesticide


0 à 4 heures
4 à 12 heures
12 à 24 heures
Plus de 24 heures
• Accès interdit
• La période de sécurité de 24 h commence à la fin de l'application.
• Accès interdit dans la zone traitée.
• Accès anticipé par un agriculteur certifié
• Aucun travail manuel n'est permis.
• Ne pas rester dans la zone plus de 1 h sur les 24 h.
• Porter les VP/EPI indiqués sur l'étiquette pour le mélange ET un respirateur homologué par le NIOSH.
• Accès anticipé par les travailleurs
• Aucun travail manuel n'est permis.
• Pas de contact avec des surfaces pouvant contenir des résidus.
• Porter des VP/EPI si indiqué sur l'étiquette pour un retour anticipé.
• Accès autorisé
• Fin de la période de sécurité pour un accès après 24 h ou quelques jours indiqué sur l'étiquette.
• Accès sans restriction

Délai d'attente avant la récolte de cultures alimentaires (délais d'attente avant récolte, avant pâturage ou avant affouragement)

Ce sont les périodes minimales qui doivent séparer le dernier traitement appliqué à une culture et la récolte de celle-ci, ou sa mise en pâturage ou son fauchage pour l'alimentation des animaux. Une culture récoltée avant la fin du délai d'attente avant récolte (DAAR) risque d'avoir un taux de résidus de pesticide qui dépasse la limite maximale des résidus (LMR) fixée par l'ARLA.

« Jusqu'au jour de la récolte » correspond à un DAAR de 0 jour. Le délai de sécurité après traitement peut être plus restrictif (c.-à-d., il peut être de 12 heures) et doit être observé lors des récoltes qui se font le jour du traitement.

Pour éviter de dépasser la limite maximale de résidus (LMR), toujours respecter le mode d'emploi qui figure sur l'étiquette.

Bandes tampons

Les bandes tampons sont les zones que la pulvérisation ne doit pas atteindre lorsqu'on veut protéger une zone adjacente qui est fragile, par exemple, un habitat aquatique ou terrestre. En règle générale, la bande tampon correspond à la distance située sous le vent par rapport au pulvérisateur, qui sépare celui-ci de la limite la plus proche d'un habitat sensible.

Laisser une bande suffisamment large entre la zone traitée et les zones voisines à protéger. Cette bande est plus ou moins large selon la technique employée (pulvérisation par voie aérienne, par pulvérisateur à rampe ou par pulvérisateur à jet porté). Vérifier sur l'étiquette du produit utilisé si le respect d'une bande tampon est exigé.

Les habitats terrestres vulnérables comprennent haies, pâturages, rideaux d'arbres, plantations brise-vent, forêts et aires boisées.

Les **habitats aquatiques vulnérables** comprennent lacs, rivières, ruisseaux, criques, réservoirs, marais, marécages et étangs.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada a mis en ligne un outil de calcul de la dérive de pulvérisation qui permet aux préposés à l'application de modifier la taille d'une bande tampon indiquée sur l'étiquette d'un pesticide en fonction des conditions météorologiques, de la catégorie de pulvérisateur ou de la taille des gouttelettes. Pour plus d'information sur le Calculateur de zone tampon, aller à *www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/agri-commerce/drift-derive/calculator-calculatrice-eng.php*.

Distances de retrait par rapport aux plans d'eau

Quiconque introduit dans l'eau des matières pouvant nuire aux poissons ou à leur habitat commet une infraction à la *Loi sur les pêches* (Canada). Pour protéger l'eau, la personne qui se prépare à appliquer un pesticide doit déterminer la largeur de la zone sans traitement qu'il faut laisser entre le plan d'eau à protéger et la zone à traiter (lorsque l'étiquette du pesticide n'indique rien de précis à ce sujet). La zone à protéger comprend le plan d'eau ou le cours d'eau, ainsi que ses rives ou berges (zones riveraines), car elles jouent un rôle important dans l'alimentation et l'habitat du poisson.

Protection de l'environnement

Protection des sources d'eau

Selon le British Crop Protection Council (BCPC), conseil de défense des cultures de la Grande-Bretagne, de 40 à 70 % de la contamination des eaux de surface par les pesticides proviennent des lieux où les utilisateurs préparent les bouillies et remplissent le matériel de pulvérisation.

Dans la mesure du possible, procéder aux mélanges ou au remplissage du pulvérisateur sur une surface imperméable située suffisamment loin des cours d'eau ou autres écosystèmes vulnérables. Si une quantité de pesticide ou de bouillie s'écoule sur le sol, la recueillir et l'éliminer en toute sécurité (*Your Guide to Using Pesticides,* BCPC 2007 [traduction libre]).

Pour nettoyer le matériel de pulvérisation, s'installer à l'écart des puits, des étangs, des cours d'eau et des fossés. Pulvériser l'eau de rinçage diluée (en général, selon un rapport de 10:1) sur la zone traitée (culture), mais en veillant à ne pas dépasser la dose maximale recommandée sur l'étiquette.

Ne pas faire un branchement direct entre la source d'approvisionnement en eau (p. ex., le réseau public, le puits, le cours d'eau ou l'étang) et le réservoir du pulvérisateur. Utiliser un clapet antiretour ou un système intercalaire pour empêcher le contenu du réservoir de refluer vers la source d'eau et de la contaminer.

Endiguer et ramasser immédiatement toute quantité de produit déversée pour éviter de contaminer les sources d'eau.

Consulter l'étiquette pour voir si elle contient des directives concernant la protection des sources d'eau.

Pour plus d'information sur la protection des sources d'eau, voir :

- la fiche technique du MAAARO *Contamination des sources d'approvisionnement en eau par les pesticides dans les exploitations agricoles – Recommandations sur la prévention, le nettoyage et les responsabilités;*
- la fiche technique du MAAARO *Les eaux souterraines – Une ressource rurale importante : Protéger la qualité des réserves d'eau souterraine;*
- le fascicule n° BMP13F de la série *Les pratiques de gestion optimales,* « Entreposage, manipulation et application de pesticides », publié par le MAAARO et AAC.

Empoisonnement des abeilles

Les abeilles domestiques, les espèces d'abeilles indigènes et autres insectes utiles sont des pollinisateurs importants pour bon nombre de cultures pratiquées en Ontario. Les insecticides, dont certains nuisent aux abeilles, doivent être manipulés avec soin si on veut lutter efficacement contre les espèces nuisibles tout en protégeant les pollinisateurs. Voici des suggestions grâce auxquelles les producteurs et les entrepreneurs détenteurs d'une licence de destructeur de parasites peuvent protéger les abeilles :

- Choisir le moment des épandages d'insecticides de manière à éviter d'empoisonner les abeilles (p. ex. après la floraison). Les traitements effectués de jour, alors que les abeilles butinent, sont les plus dangereux. On court toujours moins de risques en faisant les traitements en soirée, sauf s'il y a des signes de forte inversion de la température. Normalement, les produits épandus après 20 h ont le temps de sécher avant le retour des abeilles le lendemain matin. À défaut de pouvoir traiter en début de soirée, un traitement effectué très tôt le matin peut constituer une solution de compromis, à condition que la pulvérisation soit terminée avant 7 h. Même si les abeilles domestiques et la plupart des autres insectes pollinisateurs s'abstiennent généralement de butiner à des températures inférieures à 13 °C, ce n'est pas le cas des bourdons. Avant d'effectuer une pulvérisation le matin, communiquer avec les apiculteurs qui ont des ruches dans un rayon de 5 km de la zone à traiter, pour leur permettre de prendre des précautions.
- Ne faire aucune pulvérisation insecticide pendant la floraison des arbres fruitiers. Il s'agit d'un délit en vertu de la *Loi sur les abeilles* (Ontario). Ne jamais pulvériser un produit sur une culture en fleurs que les abeilles butinent.
- Pour éviter la dérive du brouillard vers les ruches avoisinantes, s'abstenir d'appliquer des insecticides par temps venteux ou lorsqu'il y a des signes de forte inversion de la température.
- Les abeilles domestiques et les autres pollinisateurs peuvent s'empoisonner en butinant des mauvaises herbes, des arbres ou des cultures couvre-sol lorsque ces espèces sont en fleurs et qu'elles sont entrées en contact avec un insecticide par l'intermédiaire de la dérive d'épandage ou de la dérive de poussière contaminée par l'insecticide pendant la mise en terre. Éviter que le brouillard de pulvérisation ne dérive vers des mauvaises herbes en fleurs adjacentes au champ traité. Dans la mesure du possible, tondre les plantes couvre-sol et les mauvaises herbes en fleurs présentes dans les champs traités et en bordure avant les pulvérisations, afin de contribuer à protéger les abeilles. Prendre des mesures de lutte contre les pissenlits et les autres mauvaises herbes en fleurs présentes dans les champs traités avant de pulvériser ou de mettre en terre des semences traitées avec un insecticide. Prendre des mesures pour réduire les mouvements de poussière en provenance des semences traitées et en direction des arbres en fleurs, des mauvaises herbes et des sources d'eau qui se trouvent dans le champ ou adjacents à celui-ci. Voir le blogue *Field Crop News* à *fieldcropnews.com* (en anglais seulement).
- Les insecticides systémiques peuvent également faire courir un risque grave aux abeilles et autres insectes pollinisateurs. Les abeilles peuvent être exposées à des résidus d'insecticide dans ou sur les fleurs, les feuilles, le pollen, le nectar et (ou) l'eau de surface. Ne pas épandre d'insecticide sur les cultures en fleurs ou sur les habitats voisins, et ne pas permettre qu'il dérive vers ces endroits si des abeilles se nourrissent dans la zone à traiter ou à proximité.

- Les apiculteurs doivent retirer leurs ruches dès que la pollinisation de la culture est terminée et avant le début des traitements insecticides de postfloraison. S'ils ne peuvent les retirer à temps, ils peuvent placer une toile de jute ou une toile trempée dans l'eau à l'entrée de chaque ruche pour perturber le vol des abeilles pendant 12 heures en attendant que le produit épandu s'assèche. Pour éviter la surchauffe de la ruche pendant ce délai, conserver une ouverture de 2,5 cm de chaque côté de l'entrée de la ruche pour permettre aux abeilles de sortir et de la ventiler. L'eau qui imbibe le jute rafraîchira aussi la colonie.
- S'il y a le moindre risque d'empoisonnement des abeilles, choisir un produit qui n'est pas hautement toxique pour celles-ci. Dans la mesure du possible, choisir une formulation qui est moins dangereuse pour les abeilles.
- Toujours lire la version de l'étiquette la plus à jour.
- Avant d'appliquer un pesticide ou de mettre en terre des semences traitées à l'insecticide, avertir les apiculteurs du voisinage pour leur permettre de déménager leurs colonies à l'extérieur de la zone dangereuse. Les coordonnées de l'association des apiculteurs de votre région se trouve sur le site Web de l'Ontario Beekeepers' Association, *www.ontariobee.com/community/local-beekeepers-associations*. Pour trouver la liste des apiculteurs de sa région, on peut également communiquer avec l'apiculteur provincial au 1 888 466-2372, poste 63595, ou aller à la page *www.ontario.ca/cultures* et cliquer sur « Apiculture » pour une liste des inspecteurs apicoles provinciaux, qui connaissent les apiculteurs de la région.

Prévention de la dérive du brouillard de pulvérisation

La dérive du brouillard s'entend du déplacement aérien et du dépôt non intentionnel des gouttelettes de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement. La dérive entraîne un gaspillage du produit et réduit l'efficacité du traitement, sans compter qu'elle peut être préjudiciable aux cultures, à la faune et aux écosystèmes sensibles à proximité. Voici des stratégies qui contribuent à réduire les risques de dérive du brouillard de pulvérisation :

- Ne pas faire de pulvérisations quand les vents sont forts ou soufflent en rafales, car ces conditions augmentent les risques de dérive. Consulter l'étiquette du pesticide pour savoir dans quelles conditions de vent il est possible de pulvériser le produit. Cette information ne figure pas toujours sur l'étiquette.
- Surveiller les conditions de vent tout au long de la pulvérisation en utilisant un anémomètre de bonne qualité. Noter par écrit la vitesse du vent et sa direction. Si les conditions de vent changent, on devra probablement faire des ajustements pour réduire encore plus le risque de dérive : par exemple, augmenter le volume d'eau, réduire le plus possible la distance entre la buse et la cible, changer de type de buses, changer de champ à cause des influences environnantes ou cesser la pulvérisation jusqu'à ce que les conditions s'améliorent.
- Ne pas faire de pulvérisations quand l'air est totalement immobile. Ces périodes de calme plat peuvent se produire tôt le matin ou tard le soir, moments de la journée où, généralement, la température est plus fraîche et l'humidité relative plus élevée. Quand ces facteurs sont réunis, de fines gouttelettes de bouillie peuvent rester en suspension comme un brouillard. Lorsque l'air s'agitera de nouveau, ces gouttelettes seront emportées et pourront causer des effets préjudiciables dans les zones adjacentes non visées. En cas de calme plat, la dérive peut se produire plusieurs heures après la fin du traitement.

Une inversion de température peut créer des problèmes aux préposés à l'application. En effet, dans de telles conditions, le brouillard de pulvérisation peut :

- demeurer concentré pendant de longues périodes au-dessus de la cible;
- être emporté avec l'air frais sur des distances considérables lorsqu'une brise se lève;
- descendre le long des pentes et se concentrer dans les régions basses;
- se disperser de manière imprévisible lorsque l'inversion se dissipe durant la matinée.

Les températures de l'air mesurées au champ sous souvent très différentes de celles annoncées dans les prévisions locales ou régionales. La façon la plus fiable de détecter les inversions de température est donc de mesurer les températures au sol et à plusieurs mètres au-dessus du sol. Les préposés à l'application peuvent reconnaître une inversion de température à ceci :

- grande différence entre les températures nocturnes et diurnes;
- vitesse du vent mesurée en début de soirée et durant la nuit beaucoup moins grande que celle mesurée pendant le jour;
- sons portant plus loin;
- odeurs plus intenses;
- cumulus présents durant le jour et qui se dissocient lorsque le soit tombe;
- couverture nuageuse nocturne de 25 % ou moins;
- présence de brume, de brouillard, de rosée ou de gel;
- fumée ou poussière restant immobile dans l'air ou se déplaçant latéralement en nappe.

Les inversions de température commencent à se former trois heures avant le coucher du soleil, elles s'intensifient lorsque le soleil se couche et se poursuivent jusqu'au lever du soleil, lorsque la surface se réchauffe et que le brassage de l'air commence. **Si vous soupçonnez la présence d'une inversion de température, ne pas pulvériser. L'étiquette du produit porte souvent un avertissement concernant les risques d'inversion de température.**

- Régler le pulvérisateur pour qu'il débite la bouillie selon le taux recommandé.
- Utiliser les buses produisant des gouttelettes de la taille indiquée par l'étiquetage ou de la taille convenant aux circonstances. Les buses qui produisent de fines gouttelettes sont rarement nécessaires.
- Dans la mesure du possible, utiliser des buses à injection d'air ou buses venturi, qui préviennent la dérive beaucoup mieux que les buses classiques.
- Vérifier la hauteur de la rampe par rapport à la cible, ou la distance entre la rampe et la cible, et réduire cette distance le plus possible tout en maintenant l'uniformité de l'épandage.
- Établir des bandes tampons pour protéger les zones vulnérables adjacentes. Certaines étiquettes spécifient les distances de retrait; les respecter scrupuleusement.
- Lorsque c'est possible, utiliser des dispositifs qui orientent et canalisent le brouillard de pulvérisation (écrans, caches ou jupes de protection, soufflerie à rideau d'air).
- Ajouter des adjuvants antidérive à la bouillie dans la cuve en respectant le mode d'emploi. Il a été établi que les dispositifs d'agitation mécaniques ou hydrauliques réduisent l'efficacité de certains adjuvants antidérive. Ne pas oublier qu'il a été démontré que certaines combinaisons d'adjuvants antidérive et buses à injection d'air ou buses venturi peuvent augmenter l'incidence de fines gouttelettes qui dérivent.
- Dans la mesure du possible, utiliser des formulations ou des produits non volatiles.

Pour plus d'information sur la dérive du brouillard, voir :

- la fiche technique du MAAARO *Dérive des pesticides pulvérisés au sol;*
- le fascicule n° BMP13F de la série *Les pratiques de gestion optimales,* « Entreposage, manipulation et application de pesticides », publié par le MAAARO et AAC;
- les vidéos produites dans le cadre du Programme ontarien de formation en matière de pesticides (campus de Ridgetown de l'Université de Guelph), intitulées *How to Manage Spray Drift* et *Spray Drift Reduction Through Air Induction,* offertes à *www.opep.ca/index.cfm/learning-resources/videos/chapter-18-drift-of-pesticides/*

Élimination des pesticides

Contenants de pesticides vides (de 23 L ou moins)

Ne jamais réutiliser les contenants de pesticides vides.

Le Programme (ontarien) de recyclage des contenants de pesticides, administré par l'industrie, offre gratuitement aux producteurs et aux entrepreneurs en traitements phytosanitaires la possibilité de rapporter dans des dépôts situés un peu partout dans la province les contenants de pesticides en plastique (contenance maximale de 23 L) une fois qu'ils ont été rincés trois fois ou à l'eau sous pression. Avant de les rapporter, enlever le couvercle et décoller le petit livret de papier. Pour trouver l'adresse du dépôt le plus proche, consulter le site d'AgriRÉCUP à *www.agrirecup.ca/*, appeler un vendeur de pesticides encore AgriRÉCUP au 416 622-4460 (numéro gratuit 877 622-4460) ou envoyer un message à *info@cleanfarms.ca*.

Depuis 2013, ce programme couvre également les récipients d'engrais liquide de 23 L ou moins.

Contenants de pesticides vides (de plus de 23 L)

Les producteurs et les entrepreneurs en traitements phytosanitaires peuvent rapporter les contenants de pesticides périmés d'une contenance supérieure à 23 L. Pour plus d'information sur l'élimination de ces contenants, il suffit de communiquer avec votre fournisseur de pesticides, d'appeler AgriRÉCUP au 416 622-4460 (numéro gratuit, 877 622-4460) ou d'envoyer un message à *info@cleanfarms.ca*.

Restes de bouillie

Le meilleur conseil à donner en ce qui a trait aux restes de bouillie est de tout faire pour les éviter en calculant avec précision le volume à pulvériser.

Pour les cas où l'on se retrouve quand même avec des restes de bouillie, la façon de les éliminer est de pulvériser le fond de cuve sur une autre culture qui a besoin du même traitement. Mais, auparavant, vérifier sur l'étiquette que le pesticide est homologué pour emploi sur cette autre culture.

À défaut d'une autre culture pouvant bénéficier de la pulvérisation, diluer le reste de bouillie à raison de 10 parties d'eau pour 1 partie de bouillie. On peut alors l'appliquer sans risque sur le champ qui vient d'être traité à condition de ne pas dépasser la dose maximale recommandée sur l'étiquette. Vérifier sur l'étiquette les éventuelles restrictions quant au choix des cultures suivantes dans la rotation, le délai d'attente avant la récolte ou les méthodes d'élimination des restes de bouillie.

Ne jamais pulvériser sur le champ déjà traité un reste de bouillie non diluée. La partie du champ dans laquelle serait faite la seconde pulvérisation recevrait le double de la dose recommandée. On risquerait de récolter un produit contenant un taux illégal de résidus; on risquerait aussi de laisser dans le sol suffisamment de résidus pour endommager la culture suivante.

Restes de pesticides en entreposage

Éliminer de façon sécuritaire les pesticides qui ne sont plus utiles. Voici différentes façons de procéder :

- Communiquer avec le fournisseur. Il est possible qu'il accepte de reprendre un pesticide inutilisé qui est encore dans son contenant d'origine non ouvert.
- Faire appel à une entreprise de transport autorisée à transporter des déchets dangereux en vertu de la partie V de la *Loi sur la protection de l'environnement.* Consulter les pages jaunes de l'annuaire téléphonique sous la rubrique *Déchets liquides – Enlèvement.*
- AgriRÉCUP met en œuvre un programme gratuit de collecte de pesticides périmés dans toute la province tous les trois ans. Pour connaître les points de collecte les plus près de chez vous et les dates de collecte, consulter le site d'AgriRÉCUP (*www.cleanfarms.ca*), communiquer avec AgriRÉCUP au 416 622-4460 (numéro gratuit, 877 622-4460, envoyer un message à *info@cleanfarms.ca* ou s'adresser au vendeur de votre localité.
- Communiquer avec votre municipalité pour savoir si elle organise des journées de collecte de déchets et si elle accepte les pesticides à usage agricole et en quelles quantités.

Entreposage des pesticides

La *Loi sur les pesticides de l'Ontario* et le Règlement 63/09 énoncent les exigences auxquelles doivent répondre les installations d'entreposage de pesticides. Comme le montre le tableau 1-1, ces exigences varient selon la catégorie de pesticides à entreposer.

Tableau 1–1. Exigences visant les installations d'entreposage

Exigences visant les installations d'entreposage	Catégories de pesticides			
	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4, 5 et 7	Cat. 6
Éloignées des aliments et des boissons	OUI	OUI	OUI	OUI
Sans danger pour la santé ou la sécurité	OUI	OUI	OUI	NON
Propres et ordonnées	OUI	OUI	OUI	NON
Présence de l'écriteau « G »*	OUI	OUI	OUI	NON
Numéros de téléphone d'urgence bien en vue**	OUI	OUI	OUI	NON
Ventilation débouchant sur l'extérieur	OUI	OUI	NON	NON
Accès restreint (sous clé)	OUI	OUI	NON	NON
Absence d'avaloir de sol	OUI	OUI	NON	NON
Protection respiratoire et vêtements de protection accessibles	OUI	OUI	NON	NON
Utilisées principalement pour les pesticides	OUI	NON	NON	NON

Nota : Prendre toutes les précautions nécessaires dans l'aire d'entreposage pour empêcher les pesticides de contaminer le milieu naturel. Veiller à ce qu'aucun avaloir de sol n'évacue les eaux usées vers le milieu naturel.

* Pour connaître les exigences relatives à l'écriteau « G », ouvrir la page *www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/pesticides-licences-et-permis*. On peut se procurer l'écriteau auprès d'un fournisseur de produits phytosanitaires.
** Les numéros de téléphone d'urgence doivent inclure ceux du service d'incendie, de l'hôpital, du Centre antipoison ainsi que du Centre d'intervention en cas de déversement du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario (1 800 268-6060).

Pour plus d'information sur l'entreposage des pesticides, voir :

- la fiche technique du MAAARO *Installation d'entreposage de pesticides à la ferme;*
- le fascicule nº BMP13F de la série *Les pratiques de gestion optimales,* « Entreposage, manipulation et application de pesticides », publié par le MAAARO et AAC;
- le *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur,* publié dans le cadre du Programme ontarien de formation sur les pesticides par l'Université de Guelph (campus de Ridgetown), offert à *www.opep.ca*. Cliquer sur Apprendre.

Déversements de pesticides

Si un déversement de pesticide cause ou risque de causer un effet préjudiciable plus grave que celui qui pourrait résulter de l'emploi légal de ce pesticide, il faut obligatoirement informer le Centre d'intervention en cas de déversement du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique en appelant au 1 800 268-6060 (numéro en service jour et nuit et tous les jours de la semaine), ainsi que la municipalité.

Le terme *déversement* désigne un incident au cours duquel un polluant s'échappe d'un ouvrage, d'un véhicule ou d'un contenant quelconque et se répand dans l'environnement naturel en quantité ou en concentration anormale. Un incident comme le renversement d'un pulvérisateur qui répand son contenu sur le sol est un exemple de déversement. Un contenant de pesticide qui se rompt et laisse écouler son contenu en est un autre exemple. Le fait de laisser le brouillard d'une pulvérisation se répandre ou atteindre un lieu où l'emploi du produit n'est pas approuvé est également considéré comme un déversement.

Avant de commencer à nettoyer un déversement de quelque nature que ce soit, ne pas oublier de se protéger pour éviter d'être exposé au pesticide. Revêtir la tenue et l'équipement de protection exigés par la situation. Si le déversement s'est produit dans un lieu clos (p. ex., dans la remise à pesticides ou dans un véhicule pendant un transport), commencer par l'aérer. Après avoir revêtu une tenue de protection et éloigné les autres personnes ou les animaux, faire le nécessaire pour stopper le déversement à la source et empêcher le produit de se répandre ou de contaminer des cours d'eau. L'étiquette de certains produits indique les coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence et les premiers soins à administrer.

Si la quantité déversée est peu importante, on peut corriger la situation comme suit :

- **Pesticide sous forme liquide** – Recouvrir le produit d'une épaisse couche d'un matériau absorbant comme de la litière pour chat, de la vermiculite ou de la terre sèche. Ramasser le matériau au balai ou à la pelle et le placer dans un fût à déchets qu'on éliminera avec les mêmes précautions que pour des déchets dangereux.
- **Pesticide en poudre ou en granulés** – Ramasser le produit au balai ou à la pelle et le placer dans un fût à déchets qu'on éliminera avec les mêmes précautions que pour des déchets dangereux.

Si une grande quantité d'un produit s'est déversée, il faut absolument l'endiguer pour empêcher le produit de se répandre.

La méthode de ramassage indiquée ci-dessus n'est pas applicable à tous les cas de déversement. Une fois le déversement endigué, suivre les consignes du fabricant et des organismes de réglementation pour nettoyer le lieu contaminé.

Pour en savoir plus sur la prévention des déversements, voir :

- la fiche technique du MAAARO, *Comment éviter les déversements accidentels de pesticides;*
- le fascicule nº BMP13F de la série *Les pratiques de gestion optimales,* « Entreposage, manipulation et application de pesticides », publié par le MAAARO et AAC;
- le *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur,* publié dans le cadre du Programme ontarien de formation sur les pesticides par l'Université de Guelph (campus de Ridgetown), offert à *www.opep.ca*. Cliquer sur Apprendre.

En cas d'empoisonnement ou de lésions attribuables à des pesticides, appelez :
le Centre antipoison
1 800 268-9017
(ATS) 1 877 750-2233
Pour plus d'information, référez-vous à la troisième page de couverture (à la troisième page de couverture) sous Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par les pesticides.

2. Emploi sécuritaire des pesticides

Pour des précisions sur la façon d'utiliser les pesticides en toute sécurité, consulter le *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur,* diffusé sur le site du Programme ontarien de formation sur les pesticides à *www.opep.ca*.

Santé humaine

Risques liés à l'utilisation des pesticides

Chaque fois qu'on manipule un pesticide, on s'expose à certains risques. L'importance de ces risques dépend de deux facteurs : la toxicité du produit et le degré d'exposition.

risque = toxicité × exposition

Toxicité

La toxicité indique dans quelle mesure le produit est dangereux ou nocif. Il y a deux types de toxicité :

Toxicité aiguë

La toxicité aiguë renvoie à l'intoxication résultant d'une seule exposition au produit. Les symboles et mots indicateurs sur l'espace principal de l'étiquette indiquent le degré de toxicité aiguë du produit (voir le tableau 2–1, *Signification des termes et symboles de danger,* p. 15).

Dose létale 50 % (DL_{50}) – Sert à mesurer le degré de toxicité aiguë. Il s'agit de la dose (en mg de produit/kg de poids corporel) qui tue 50 % des animaux de laboratoire (habituellement des rats) au bout d'un délai donné (allant de 24 heures à 7 jours). La DL_{50} correspond généralement à la toxicité aiguë lorsque le produit est ingéré par la bouche ou le nez. Il existe aussi pour chaque produit une valeur de DL_{50} cutanée (toxicité du produit lorsqu'il est absorbé par la peau). La DL_{50} des produits utilisés à l'extérieur ou dans des serres sur des cultures ornementales est indiquée aux tableaux 8–1, *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides,* p. 118, 8–2, *Classement et toxicité des fongicides,* p. 120, 8–3, *Classement et toxicité des régulateurs de croissance,* p. 122, et 8–4, *Classement et toxicité des herbicides,* p. 122.

Plus la DL_{50} est élevée, moins le produit est toxique pour les humains. Les produits qui affichent une faible dose létale (DL_{50}) sont extrêmement toxiques. Les produits antiparasitaires à toxicité aiguë élevée qui sont homologués pour utilisation dans les serres comprennent le dichlorvos (DDVP) et l'endosulfan (Thiodan, Thionex).

Toxicité chronique

La toxicité chronique renvoie à l'intoxication consécutive à une exposition répétée à de petites doses d'un pesticide sur une longue période. La toxicité chronique peut ne se manifester qu'après des mois, voire des années d'exposition. Les symboles qui figurent sur l'étiquette ne donnent aucune information sur la toxicité chronique du produit. Le port de vêtements et d'équipement de protection individuelle contribue à réduire l'exposition et les risques d'effets chroniques.

Mode d'exposition

Le mode d'exposition désigne la façon dont l'organisme entre en contact avec un produit. Les travailleurs peuvent être exposés à trois modes d'exposition :

Exposition par voie cutanée

L'exposition par voie cutanée s'entend de l'exposition par la peau ou les yeux. La quantité de pesticide absorbée et la vitesse d'absorption dépendent de plusieurs facteurs :

- l'état de la peau au moment de l'exposition. Si la peau est humide ou si elle est irritée ou éraflée, le produit sera absorbé plus facilement;
- la partie du corps qui est en contact avec le pesticide. Les yeux, la région génitale, le cuir chevelu et les conduits auditifs absorbent plus rapidement les pesticides que les mains ou les bras. Les yeux sont

particulièrement vulnérables, car ils sont constitués de tissus très absorbants.

Exposition par voie respiratoire

L'exposition par voie respiratoire (par inhalation) survient quand on inhale des particules, poussières, gaz ou vapeurs en suspension dans l'air.

Exposition par voie buccale

Il y a exposition par voie buccale quand le produit entre dans la bouche ou est ingéré.

Mesure du taux de cholinestérase dans le sang

Les organophosphorés et les carbamates peuvent perturber le système nerveux humain. Voici quelques-uns des produits appartenant à ces groupes chimiques parmi ceux qui sont homologués pour utilisation sur des cultures de fleurs ou de plantes d'ornement pratiquées en serre ou à l'extérieur :

- acéphate (Orthene);
- carbaryl (Sevin);
- chlorpyrifos (Dursban, Pyrate);
- dichlorvos (DDVP);
- diméthoate (Cygon, Lagon);
- malathion;
- naled (Dibrom);
- phosmet (Imidan).

Ces pesticides peuvent réduire la concentration de l'enzyme acétylcholinestérase dans le sérum et les globules rouges du sang. Notre corps utilise cette enzyme pour transmettre des messages par l'intermédiaire de notre système nerveux. La personne qui voit son taux de cholinestérase diminuer peut ressentir différents symptômes, dont tremblements, secousses musculaires, vision trouble, difficultés respiratoires et problèmes cardiaques.

Quiconque utilise régulièrement des produits à base d'organophosphorés ou de carbamates devrait faire mesurer son taux de cholinestérase périodiquement. Un médecin de famille peut prescrire ces tests, qui sont d'ailleurs couverts par l'Assurance-santé de l'Ontario. On doit absolument subir le premier test avant de commencer à manipuler ces produits. Ce premier test révèle notre taux normal de cholinestérase. On doit par la suite faire vérifier son taux de cholinestérase tous les 7 à 10 jours au cours de la saison de pulvérisation si l'on pulvérise des insecticides à base d'organophosphorés ou de carbamates de façon répétée sur plusieurs semaines. Un taux qui tombe sous la moitié du taux initial est un indice d'empoisonnement. L'exposition doit alors absolument cesser jusqu'à ce que le taux de cholinestérase remonte à sa valeur normale.

Lire et respecter l'information portée par l'étiquette

Connaître la signification des termes et symboles de danger

Les dangers potentiels liés aux pesticides sont représentés par quatre symboles et mots indicateurs. Voir le tableau 2–1, *Signification des termes et symboles de danger,* p. 15.

Voir si l'étiquette comporte des avertissements à propos des dangers pour les yeux et la peau. L'espace principal de l'étiquette d'un pesticide peut aussi comporter des avertissements indiquant que le produit est corrosif pour les yeux ou irritant pour la peau ou les yeux.

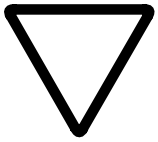
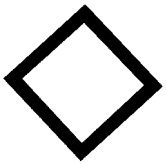
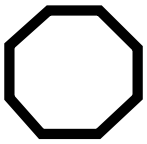
> Se renseigner sur les risques pour la santé et la toxicité que présente chaque pesticide utilisé. Pour avoir cette information, consulter l'étiquette du produit, la fiche signalétique ou le fabricant. Voir les sites Web des fabricants pour y trouver l'information figurant sur la fiche signalétique.

Tableau 2–1. Signification des termes et symboles de danger

Apprendre ces mots indicateurs et ces symboles peut nous sauver la vie!

Symbole de danger				
Mot indicateur	Poison	Corrosif	Inflammable	Explosif

Le symbole de danger se trouve toujours à l'intérieur de l'une des formes illustrées ci-dessous. Ces figures et les mots indicateurs qui les accompagnent renseignent sur l'importance du danger que présente le produit. Plus la figure a de côtés, plus le produit est dangereux.

Symbole d'avertissement			
	Triangle = produit peu dangereux (3 côtés)	Losange = produit moyennement dangereux (4 côtés)	Octogone = produit très dangereux (8 côtés)
Mot indicateur	Attention	Avertissement	Danger

Premiers soins

En cas d'accident grave, appeler le 911.

1. Toujours se protéger soi-même en premier, afin de ne pas alourdir le bilan des victimes. Enfiler l'équipement et des vêtements de protection avant d'entrer dans un lieu contaminé ou avant de porter secours à une personne contaminée.

2. Voir si la victime est consciente.

3. Voir si la victime respire.

Si elle ne respire plus :

- Ouvrir les voies respiratoires et vérifier si elle respire.
- Si la victime ne recommence pas à respirer, lui administrer la respiration artificielle jusqu'à ce qu'elle recommence à respirer d'elle-même.
- Éviter de se contaminer soi-même, surtout si la victime a des pesticides ou des vomissures autour du visage ou de la bouche. Utiliser un masque de respiration artificielle bouche-à-bouche avec valve antireflux. Ne pas inspirer l'air expiré par la victime.
- Si le pouls de la victime disparaît, administrer la réanimation cardio-respiratoire à condition d'avoir reçu la formation nécessaire.

Si la victime respire, mais est inconsciente :

- La placer en position de récupération (sur le côté, la tête légèrement tournée sur le côté). Si la victime vomit, essayer de lui dégager les voies respiratoires.

4. Cesser l'exposition au pesticide. Retirer la personne des lieux contaminés. Lui enlever tous ses vêtements contaminés. Laver à l'eau et au savon toute la peau qui a été en contact avec le produit.

5. Réunir les quatre données de base :

- Quoi? Identifier le produit. Chercher l'étiquette, le contenant ou une quantité inutilisée du produit.
- Quelle quantité? Déterminer la quantité du produit à laquelle la victime a été exposée?
- Comment? Par quelle voie le produit a-t-il pénétré dans l'organisme? Par la bouche, par la peau ou les yeux, ou par les poumons?
- Quand? Combien de temps s'est-il écoulé depuis que la victime a été exposée au produit et combien de temps a duré l'exposition? Les symptômes se sont-ils manifestés immédiatement ou l'empoisonnement est-il survenu après un certain délai?

6. Appeler le Centre antipoison.

7. Commencer à administrer les premiers soins en fonction de la voie de pénétration.

8. S'assurer que le patient voit un médecin. Les premiers soins ne sauraient remplacer l'aide d'un professionnel de la santé.

Il n'y a pas une minute à perdre

Si l'on ne peut répondre rapidement à ces questions (numéro 5 ci-dessus), se tenir prêt à fournir au personnel affecté aux urgences le peu d'information qu'on aura pu réunir.

Symptômes d'empoisonnement par les pesticides

Légers

Maux de tête, fatigue (lassitude), perte d'appétit, étourdissements, faiblesse, nervosité, nausée, transpiration, diarrhée, perte de poids, soif, sautes d'humeur, irritation de la peau, des yeux, des voies nasales et de la gorge.

Moyens

Nausées, tremblements, perte de coordination musculaire, salivation excessive, vision trouble, serrement de gorge ou de poitrine, difficulté à respirer, teint rouge ou jaunâtre, crampes abdominales, vomissements, diarrhée, confusion mentale, transpiration, pouls rapide, toux.

Graves

Vomissements, perte de réflexes, incapacité à respirer ou respiration haletante, contractions musculaires, pupilles contractées, convulsions, perte de conscience, soif, fièvre.

(Source : *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides,* Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph. Document accessible en ligne à *www.opep.ca*).

Si des malaises surviennent pendant ou peu après la manipulation d'un pesticide, se rendre à l'hôpital. Apporter avec soi l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant du produit. Ne pas transporter le contenant dans l'habitacle du véhicule. Voir les mesures d'urgence en cas d'empoisonnement par un pesticide à la troisième page de couverture.

Centre antipoison

- 1 800 268-9017
- ATS : 1 877 750-2233

Précautions générales dans l'utilisation de pesticides

Avant tout, lire l'étiquette…

- avant d'acheter un pesticide,
- avant d'utiliser un pesticide,
- avant d'entreposer ou d'éliminer un pesticide.

Toujours garder un registre des traitements effectués.

Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides

Mettre quelqu'un au courant du lieu où va se dérouler le traitement, des pesticides qui vont être manipulés et du temps que devrait prendre le travail.

Afficher les numéros d'urgence, notamment ceux du Centre antipoison et du Centre d'intervention en cas de déversement, près de tous les téléphones.

Garder une liste des noms et des numéros d'homologation en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* de tous les pesticides que l'on manipule. Il est judicieux de garder en dossier le dépliant de tous les produits employés. S'assurer que les collègues et membres de la famille savent où cette liste ou ce dossier se trouve en cas d'accident.

Avoir en tout temps à portée de la main une bonne provision d'eau claire, du savon et des essuie-tout en plus d'une paire de gants et de survêtements de protection de rechange pour le cas où l'on aurait du produit sur la peau ou sur les vêtements.

Porter les vêtements et l'équipement de protection appropriés et s'assurer qu'ils sont propres et en bon état avant de les enfiler.

Ne jamais fumer, chiquer du tabac, boire ni manger quand on manipule des pesticides. Ne jamais transporter sur soi du tabac ni des aliments. Ne jamais laisser du tabac, des aliments ou des boissons dans la zone où l'on manipule ou entrepose des pesticides.

Se changer et se laver les mains et le visage avant de manger, de boire ou de fumer.

Se laver les mains avant d'aller aux toilettes, et non seulement après. La peau dans la région du bas ventre absorbe très facilement les pesticides.

Avant une fumigation :

- Faire sortir le bétail et la volaille qui se trouvent dans le bâtiment à traiter.
- Par mesure de sécurité, une autre personne portant une tenue de protection devrait être présente pendant toute la durée de la fumigation.

Utilisation de semence traitée :

- Les substances servant à enrober ou à traiter les semences sont toxiques pour les humains et les animaux.
- Ne pas respirer les vapeurs ou la poussière qui se dégagent pendant le traitement ou la manipulation des semences traitées.
- Porter des gants en néoprène ou en nitrile.
- Se laver méticuleusement après avoir traité des semences pour éliminer toute trace de produit sur la peau. Les semences traitées sont toxiques.
- Ne jamais servir aux animaux des semences inutilisées.

Vêtements et équipement de protection

Choisir et porter la tenue et l'équipement de protection appropriés. S'assurer que la tenue et l'équipement de protection sont propres, sont de la bonne taille et sont en bon état. Le choix des vêtements et de l'équipement de protection à porter pendant un travail donné dépend :

- du pesticide utilisé – lire la rubrique *Précautions de l'étiquette* pour savoir quoi porter;
- du travail à faire – p. ex., il faut se protéger davantage quand on manipule des pesticides concentrés ou quand on prépare le mélange et qu'on remplit le pulvérisateur;

- du type de traitement – il faut se protéger plus rigoureusement quand on fait des traitements dans des lieux clos ou des pulvérisations avec un pulvérisateur à jet porté, et que le tracteur n'a pas de cabine.

Chaque personne qui utilise des pesticides doit avoir ses propres vêtements et son équipement de protection. Consulter l'étiquette du produit pour savoir quels vêtements et quel équipement de protection sont nécessaires.

Quel que soit le pesticide, toujours porter :

- un chapeau n'absorbant pas l'eau, par exemple un casque de sécurité ou un chapeau de pluie imperméable. Il faut parfois que toute la région de la tête et du cou soit protégée. C'est le cas notamment lors de la pulvérisation de pesticides à l'intérieur d'une serre, de la pulvérisation de formulations pulvérulentes ou de l'utilisation d'un pulvérisateur à jet porté. Dans ce genre de situations, porter une cagoule ou un chapeau qui protège les conduits auditifs. Ne pas porter de casquettes de baseball ni de chapeaux en tissu car ils absorbent les pesticides.

- un pantalon long et une chemise à manches longues ou une combinaison de protection. Les combinaisons sont à usage unique ou réutilisables. Celles qui sont réutilisables sont normalement faites dans un tissu serré de coton ou de polyester. Si l'on utilise des combinaisons à usage unique, s'assurer qu'elles conviennent au pesticide qu'on projette d'utiliser. Opter de préférence pour des combinaisons qui ne se laissent pas imprégner par l'eau; les pantalons en coton, en denim et en mélange coton-polyester collent à la peau quand ils sont mouillés, ce qui accroît le risque de contamination par voie cutanée.

- des gants de protection contre les agents chimiques (non doublés). Utiliser des gants en néoprène ou en nitrile (PVC), à moins que l'étiquette du pesticide ne préconise une autre sorte de gant. Ne pas porter de gants de caoutchouc car de nombreux pesticides peuvent dégrader ce matériau. Replier le haut des gants vers l'extérieur et tirer la manche par-dessus.

- des bottes résistantes aux produits chimiques (non doublées). Passer les jambes de pantalon sur les bottes pour empêcher le pesticide de ruisseler à l'intérieur de celles-ci.

Lire l'étiquette. Elle précise quels vêtements et quel équipement de protection supplémentaires il faut porter. Dans le cas de certains pesticides, il faut aussi porter :

- des lunettes de protection à pourtour étanche. Utiliser des lunettes étanches pourvues d'orifices d'aération indirecte qui empêchent les éclaboussures d'entrer en contact avec les yeux. Les lunettes ordinaires n'assurent pas une protection complète. Ne jamais porter des lentilles cornéennes quand on travaille avec des pesticides.

- un écran facial

- un tablier résistant aux produits chimiques

- un respirateur. Un respirateur est un appareil qui couvre la bouche et le nez afin d'empêcher la pénétration dans les poumons des infimes gouttelettes, particules et vapeurs produites par la pulvérisation. Un masque antipoussière ne peut pas remplacer un respirateur conçu pour protéger contre les pesticides. S'assurer que les respirateurs et les cartouches sont approuvés par le NIOSH ou le MSHA. Utiliser des cartouches ou des pré-filtres qui protègent contre les vapeurs organiques. Pour plus d'information, consulter le *Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides,* élaboré par le Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph.

Pour les fumigants :

- Au moment de manipuler du bromure de méthyle, ne pas porter de gants, car ces derniers emprisonnent le gaz près de l'épiderme. Porter un respirateur à cartouche pour vapeur organique couvrant tout le visage ou un appareil de protection respiratoire autonome à pression positive. L'étiquette de certains produits renfermant du bromure de méthyle précise que l'utilisateur doit porter un appareil respiratoire autonome pendant toute la durée du traitement.
- Quand on travaille avec du phosphure d'aluminium, on doit porter des gants de coton ainsi qu'un appareil respiratoire autonome à cartouche pour gaz acide couvrant tout le visage et approuvé par le NIOSH ou le MSHA.

Toujours consulter l'étiquette du produit pour connaître les exigences relatives à l'équipement de protection.

Travail dans des espaces clos

Appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant

L'appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant est efficace contre certains produits (gaz, vapeurs et particules en suspension). Ce type de respirateur convient généralement dans les lieux ventilés où la qualité de l'air n'est pas susceptible de changer rapidement. Cependant on ne doit jamais l'utiliser dans un espace clos où l'oxygène peut se raréfier et où de grandes concentrations de gaz peuvent s'accumuler.

Utiliser un appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant quand l'air ambiant contient des concentrations faibles de substances toxiques (gaz, vapeurs ou poudres) provenant d'une désinfection du sol par arrosage abondant, d'un épandage de granulés, d'un poudrage ou d'une pulvérisation foliaire. Les pesticides utilisés de cette manière ont en général une toxicité faible ou modérée.

Appareil de protection respiratoire autonome

Les appareils à filtre n'assurent pas une protection suffisante aux personnes qui travaillent dans des espaces clos où les concentrations de gaz sont anormalement élevées. L'emploi de substances qui dégagent du cyanure d'hydrogène, du bromure de méthyle, de la chloropicrine ou de la phosphine peut donner lieu à de fortes concentrations de gaz et à une raréfaction de l'oxygène; c'est le cas des aérosols volatils, des fumigènes et des brumisateurs utilisant des pesticides très toxiques.

Utiliser un appareil de protection respiratoire autonome pour travailler avec des pesticides dont la toxicité est très élevée, particulièrement dans un espace clos.

Autres vêtements de protection

Porter tous les autres vêtements de protection qui sont prescrits par l'étiquette.

Équipement de protection individuelle

Prendre connaissance des prescriptions et des recommandations de sécurité qui figurent sur l'étiquette du produit. Le tableau 2–2, *Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario,* p. 20, donne une liste des endroits où l'on peut se procurer les vêtements et l'équipement de protection.

Tableau 2–2. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario

3-M Canada Inc.	Division de la sécurité de l'environnement et des travailleurs C.P. 5757 London (Ontario) N6A 4T1 *www.3m.ca*	Tél. : 519 451-2500 Sans frais : 1 800 364-3577 Téléc. : 1 800 603-7758 SST : 519 452-4600
Acklands Grainger	90, ch. Beaver Creek O. Richmond Hill (Ontario) L4B 1E7 *www.acklandsgrainger.com*	Tél. : 905 940-5535 Téléc. : 905 940-5537 Courriel : *contact@agi.ca*
Aearo Canada	6889, ch. Rexwood Mississauga (Ontario) L4V 1R2 *www.aearo.com*	Tél. : 905 795-0700 Sans frais : 1 800 387-4304 Téléc. : 905 564-5250
DuPont Personal Protection	45, ch. Dalkeith Brantford (Ontario) N3P 1M1 *www.dupont.ca*	Tél. : 519 753-9306 Sans frais : 1 800 387-9326 Téléc. : 519 752-2161
Huron Tractor	39995, ch. Harvest Exeter (Ontario) N0M 1S3 *www.hurontractor.com*	Tél. : 519 235-1115 Téléc. : 519 235-1939
HAMISCO	3392, ch. Wonderland London (Ontario) N6L 1A8 *www.hamisco.com*	Tél. : 519 652-9800 Sans frais : 1 800 668-9800 Téléc. : 519 652-9661
Levitt-Safety (Eastern) Limited	2872 Bristol Circle Oakville (Ontario) L6H 5T5 *www.levitt-safety.com*	Tél. : 905 829-3299 Sans frais : 1 888 453-8488 Téléc. : 905 829-2919
International Safety	355 Harry Walker Parkway North, Units 9 & 10 Newmarket, ON L3Y 7B3 *www.internationalsafety.com*	Tél. : 905 898-6906 Sans frais : 1 877 342-5477 Téléc. : 905 898-1597
Mitt & Robe Co.	751, rue Norfolk Nord Simcoe (Ontario) N3Y 3R6 *www.mittrobe.ca*	Tél. : 519 428-4050 Sans frais : 1 877 893-6565 Téléc. : 519 428-5142
MGS Horticultural Inc.	50, rue Hazelton Leamington (Ontario) N8H 1B8 *www.mgshort.com*	Tél. : 519 326-9037 Téléc. : 519 326-5861 Courriel : *info@mgshort.com*
MSA Canada Inc.	5535, av. Eglinton Ouest Bureau 222 Toronto (Ontario) M9C 5K5 *www.msanet.com*	Tél. : 416 620-4225 Sans frais : 1 800 267-0672 Téléc. : 416 620-9697
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda Est Brampton (Ontario) L6T 1G1 *www.plantprod.com*	Tél. : 905 793-7000 Sans frais : 1 800 387-2449 Téléc. : 905 793-9157
Safety Express	4190, cr. Sladeview Bureaux 1 et 2 Mississauga (Ontario) L5L 0A1 *www.safetyexpress.com*	Tél. : 905 608-0111 Sans frais : 1 800 465-3898 Téléc. : 905 608-0091 Courriel : *info@safetyexpress.com*
Sun Parlour Greenhouse Growers Cooperative	230, route 31 du comté d'Essex Leamington (Ontario) N8H 3W2 *www.sunparlourgrower.com*	Tél. : 519 326-8681 Téléc. : 519 326-3413
The St. George Company (fournisseur des casques Kasco)	C.P. 430 20, prom. Consolidated Paris (Ontario) N3L 3T5 *www.thestgeorgeco.com*	Tél. : 519 442-2046 Sans frais : 1 800 461-4299 Téléc. : 519 442-7191 Courriel : *sales@thestgeorgeco.com*

Entretien des vêtements et de l'équipement de protection

Une fois la pulvérisation terminée, nettoyer tous les vêtements et l'équipement de protection.

Ne jamais laisser les enfants, les animaux de compagnie ni le bétail entrer en contact avec des vêtements ou de l'équipement contaminés. S'assurer de plus qu'ils ne peuvent entrer en contact avec les flaques d'eau laissées par le nettoyage de l'équipement.

Sans enlever les gants, laver ceux-ci à l'eau et au savon, et les garder pour enlever les vêtements et l'équipement de protection.

Toujours enlever ses vêtements de protection et son équipement dehors. Si l'on a épandu un pesticide en granulés, bien secouer les vêtements dans un endroit où cela ne pose pas de risque. Veiller à vider les poches et les revers de manches ou de jambes de pantalon.

Jeter les vêtements qui ont été contaminés par des produits concentrés ou très toxiques. Placer les vêtements contaminés dans un sac en plastique et les apporter au site d'enfouissement.

Ne pas laver les combinaisons de protection et les vêtements portés pendant un traitement pesticide avec d'autres vêtements. Les laver après chaque usage. Une fois bien secs, les placer dans un sac en plastique et les ranger à part.

Les mains toujours protégées par des gants, laver les accessoires de sécurité. Faire ce travail dehors dans toute la mesure du possible. Si l'on ne dispose pas d'une installation de nettoyage à l'extérieur, utiliser des seaux qui ne servent qu'à cela. Les marquer et les ranger à part. Laver l'intérieur et l'extérieur des lunettes de protection, du chapeau, des bottes et de tout vêtement imperméable dans de l'eau tiède savonneuse, bien les rincer et les laisser sécher à l'air.

Respirateurs

Retirer les cartouches et pré-filtres du respirateur.

Jeter les cartouches, les boîtes et les tampons filtrants après le délai fixé par le fabricant ou avant si la respiration devient difficile ou qu'on décèle une odeur ou un goût de pesticide.

Noter sur les cartouches la date de leur première utilisation.

Retirer les cartouches et tampons filtrants de la pièce faciale et les ranger dans des sacs en plastique propres et hermétiques.

Laver la pièce faciale dans de l'eau tiède savonneuse, la rincer à fond et la faire sécher dans un endroit bien ventilé. Le séchage à l'air prévient les dommages aux valves d'admission et d'évacuation de l'air.

Ne jamais utiliser d'alcool ou d'autres solvants pour nettoyer le respirateur, car ils peuvent altérer le caoutchouc et le plastique.

Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique

Pour que les mains n'entrent pas en contact avec le pesticide, garder les gants pour laver l'extérieur des bottes et des gants avec une solution d'eau et de détergent, puis enlever les gants.

Après avoir enlevé les bottes et les gants, en laver l'intérieur et l'extérieur avec une solution d'eau et de détergent, rincer à fond et laisser sécher dans un endroit bien aéré.

Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation

Ne jamais mélanger les vêtements portés pendant un traitement pesticide avec les vêtements de tous les jours. Il est impératif de les laver et de les ranger à part. Les laver après chaque utilisation. Porter des gants résistants aux produits chimiques pendant la manipulation de vêtements contaminés par des pesticides.

Faire tremper les vêtements avant de les laver, selon l'une des méthodes suivantes :

- rincer grossièrement les vêtements au jet à l'extérieur;
- les laisser tremper à part dans un seau ou une cuve;
- utiliser le cycle de prélavage de la laveuse automatique.

Régler la brassée à l'eau chaude, au plus haut niveau d'eau et au cycle le plus long, et utiliser un détergent puissant. Exécuter un cycle de lavage indiqué pour vêtements très sales.

Laver les vêtements deux fois.

Les lavages terminés, étendre les vêtements à l'extérieur (idéalement en plein soleil) et ne les rentrer qu'une fois parfaitement secs. Ne pas utiliser la sécheuse à linge.

Nettoyer la machine à laver en lui faisant faire un cycle complet avec uniquement de l'eau chaude et du détergent (sans vêtements).

Hygiène corporelle

Se laver impérativement les mains avant de manger, de boire ou de fumer.

À la fin de la journée de travail, prendre un bain ou une douche dès que possible. Plus un pesticide reste longtemps sur la peau, plus l'organisme risque de l'absorber.

Se laver les cheveux et se curer les ongles. Se doucher longuement en savonnant généreusement.

Toujours passer des vêtements propres.

Mettre chaque jour des vêtements de travail frais. On peut penser qu'il n'y a pas grand danger à remettre les vêtements de la veille parce qu'ils n'ont été touchés que par une petite quantité du produit chimique; pourtant, en les portant à nouveau, on prolonge l'exposition et on augmente les risques pour la santé.

Méthodes d'application

Pulvérisateurs

Les pulvérisateurs ayant un débit suffisant pour bien couvrir le feuillage conviennent à l'application des insecticides en émulsion.

Si on applique des herbicides, réserver un pulvérisateur pour cet usage. Ne pas appliquer d'insecticides ou de fongicides à l'aide d'un pulvérisateur ayant déjà servi à des applications d'herbicides.

Pour l'emploi de poudres mouillables, une agitation suffisante est indispensable.

Les pompes doivent pouvoir produire le débit et la pression requis et être compatibles avec le produit pulvérisé.

Garder à l'esprit que plus la pression est forte, plus le risque de dérive est important.

Calibrer chaque série de buses du pulvérisateur au moins deux fois au cours de la saison, car l'usure des buses et des autres pièces modifie la quantité de pesticide débitée.

Vérifier le débit de toutes les buses au moins une fois par année. Remplacer toute buse ayant un débit supérieur de 10 % au débit recherché.

Réglage du pulvérisateur

Aspect très important d'un programme de lutte intégrée, le réglage du pulvérisateur :

- garantit l'application de la quantité voulue de produit;
- assure une application et un recouvrement uniformes;
- réduit au minimum la quantité de bouillie inutilisée qui reste dans le réservoir et dont l'élimination peut être difficile.

Réglage d'un pulvérisateur manuel ou portatif

De nombreuses personnes se servent d'un petit appareil manuel ou portatif pour traiter des zones très infestées ou reprendre des zones qui ont été manquées. Voici comment procéder pour le réglage de ce genre d'appareil :

- Mesurer une superficie de 100 m², p. ex., 10 m × 10 m ou 25 m × 4 m.
- Remplir la cuve du pulvérisateur avec de l'eau. Marquer le niveau sur un bâton à mesurer. Faire fonctionner l'appareil à la pression qui sera utilisée pendant le traitement.
- Pulvériser l'eau sur la superficie de 100 m². Marcher toujours au même rythme en prenant soin de pulvériser aussi uniformément que possible, comme s'il s'agissait du traitement véritable.
- Mesurer la quantité d'eau nécessaire pour remplir le pulvérisateur jusqu'à la marque sur le bâton de mesure. Cette quantité correspond à la quantité pulvérisée sur une superficie de 100 m².

Pour convertir une dose recommandée pour une grande surface en une dose pour surface restreinte, suivre la règle suivante :

Produit sec :	1 kg/ha	=	10 g/100 m²
Produit liquide :	100 L/ha	=	1 L/100 m²

Pour de l'information sur le réglage du pulvérisateur, voir la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*. Voir aussi le calculateur de débit sur le site Web du MAAARO, *www.ontario.ca/cultures*.

3. Eau, substrat et fertilisation

Introduction

Les végétaux sont constitués d'eau, dans une proportion de 85-90 %, puis de matière organique et de minéraux. La photosynthèse, qui s'effectue dans les feuilles vertes, produit des glucides et ultimement de la matière organique. L'eau et les minéraux (les éléments nutritifs) sont absorbés par les racines qui se forment dans le sol ou le substrat sans sol, et sont diffusés dans toute la plante par l'intermédiaire de tissus spécialisés (qui forment le système vasculaire des plantes) appelés xylème. Le dioxyde de carbone puisé dans l'air et l'énergie de la lumière absorbée par la chlorophylle sont les moteurs de l'activité photosynthétique. La majeure partie de l'eau qui est absorbée (≈ 90 %) se perd par les feuilles et s'échappe dans l'air sous l'effet de la transpiration, essentiellement en raison de la différence de pression de vapeur entre le milieu interne de la feuille et l'air ambiant. Une petite partie de l'eau sert à la photosynthèse ≈ 1 %) ou devient un constituant de la plante (≈ 9 %). Les glucides (sucres et amidons) sont produits par la photosynthèse et sont véhiculés dans la plante, généralement vers le bas, par les tissus vasculaires qu'on appelle le phloème.

Eau

L'eau est l'un des éléments les plus importants pour la croissance d'une culture, et c'est souvent celui qu'on néglige le plus. L'eau est le milieu où se produisent les processus chimiques, comme l'absorption des éléments nutritifs et la photosynthèse. Par la transpiration, l'eau agit comme élément refroidissant à la fois pour les végétaux et pour leur environnement. Les deux grands facteurs à considérer sont la quantité et la qualité d'eau dont a besoin la culture.

Absorption

L'absorption de l'eau peut être active ou passive. L'absorption active nécessite de l'énergie (à partir de la respiration des racines). Elle amène un accroissement de la concentration des éléments nutritifs dans les racines, ce qui provoque la pénétration de l'eau aspirée à l'intérieur des racines par osmose.

L'absorption passive de l'eau par les racines se déclenche sous l'effet de la transpiration des feuilles, celles-ci perdant leur eau par les orifices appelés stomates. La vapeur d'eau passe par les stomates d'un milieu où la pression de vapeur d'eau est élevée (en l'occurrence dans les feuilles) à un milieu où la pression est moins élevée (en l'occurrence à l'extérieur des feuilles). Lorsque l'humidité ambiante est très élevée, les plantes perdent moins de vapeur d'eau que lorsque le taux d'humidité est plus faible, puisque, à l'extérieur, parce que la pression de vapeur d'eau est plus élevée (ce qui réduit la différence de pression entre l'intérieur des feuilles et l'air extérieur). La perte d'eau enclenche un processus en chaîne qui fait remonter l'eau par l'intermédiaire du xylème pour remplacer, dans les feuilles, l'eau que celles-ci perdent. En réaction, les poils absorbants des racines vont absorber l'eau dans le sol suivant le même gradient. La quantité d'eau puisée par les racines dépend aussi du niveau d'humidité et de la salinité du sol. L'humidité relative de l'air ainsi que l'humidité et la concentration de sels dans le sol sont les trois facteurs qui influent sur l'absorption de l'eau.

Quantité

Les besoins en eau d'une culture peuvent varier de 0,1 à 7 L d'eau par mètre carré de serre par jour, desquels 90 % doivent être comblés pendant le jour. Cette quantité varie selon l'espèce végétale, la taille des plants, l'humidité relative, l'ensoleillement, la température ou le chauffage et le taux de ventilation. Au moment de dimensionner le système d'irrigation (conduites, pompes, buses), il est recommandé de faire reposer les calculs sur 1 L/m²/h comme débit minimal des conduites et du système d'irrigation. Les besoins annuels totaux en eau d'une serre exploitée à longueur d'année pour la production de cultures à indice foliaire élevé (comme celle de légumes) et où la solution nutritive est recyclée dépassent de 25-35 % les précipitations annuelles d'environ 75 cm que reçoit l'Ontario. Autrement dit, l'eau de pluie recueillie du toit de la serre ne suffit pas à combler les besoins annuels d'une culture. Les besoins en eau sont à leur maximum pendant l'été. Les exploitations serricoles qui, en une seule journée, peuvent prélever 50 000 L d'eau ou plus des sources d'eau de surface ou d'eaux

souterraines doivent se conformer aux règlements du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique quant à l'utilisation de l'eau en demandant un permis de prélèvement d'eau.

Permis de prélèvement d'eau

www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/permis-de-prelevement-deau-0

Programme de réglementation des prélèvements d'eau

Les prélèvements d'eau en Ontario sont assujettis à la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* (LREO) et au Règlement sur le prélèvement et le transfert d'eau (Règl. de l'Ont. 387/04).

L'article 34 de la LREO dispose que quiconque prélève plus de 50 000 L d'eau par jour d'un lac, d'un ruisseau, d'une rivière ou d'une source d'eau souterraine (y compris d'un étang alimenté par une source), doit obtenir un permis de prélèvement d'eau du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC). Les titulaires de permis sont tenus de consigner la quantité d'eau prélevée chaque jour et de faire parvenir ces données annuellement au MEACC.

La conservation de l'eau est un aspect important du Programme de réglementation des prélèvements d'eau du MEACC.

Les mesures de conservation de l'eau proposées ou prises doivent être documentées au moment de la demande de permis.

Gestion de l'utilisation de l'eau

L'utilisation efficace de la ressource qu'est l'eau devrait être au cœur des préoccupations des serriculteurs. Les réseaux fermés ou de recirculation des éléments nutritifs sont intrinsèquement les plus efficaces, mais ils ne conviennent pas à tous les systèmes culturaux ou ne sont pas rentables dans toutes les situations. Les producteurs qui utilisent des réseaux ouverts ont le choix d'un certain nombre de façons de procéder. Ils peuvent par exemple adopter un système qui utilise des goutteurs à faible débit pour les cultures florales en pot et un système d'irrigation goutte-à-goutte au moyen de tuyaux perforés pour la culture sur sol de fleurs coupées; ils réduisent ainsi à peu de frais les quantités d'eau et de fertilisants utilisées et atténuent le lessivage des éléments nutritifs hors de la zone racinaire. Ils peuvent aussi réduire la consommation d'eau et de fertilisants en intégrant mieux les conditions du milieu de croissance (lumière, température et humidité) en fonction de la culture et de son état de développement.

Il est bon de surveiller la composition de l'eau de percolation qui se retrouve dans l'étang d'irrigation, le marécage artificiel ou la bande filtrante de végétation avant de l'évacuer dans l'environnement. Des règlements sont en place tant au palier fédéral qu'au palier provincial (article 53 de la LREO) pour protéger les cours d'eau et les organismes aquatiques des effluents dangereux. Le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique publie des fiches d'information sur la gestion des eaux usées des serres et la gestion des eaux pluviales. On trouve ces fiches en ligne à *www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/regles-visant-les-producteurs-serricoles*.

Qualité

Outre que l'approvisionnement en eau doit être abondant et fiable, la qualité de l'eau doit respecter certains critères, les plus importants étant :

- la concentration des particules en suspension, qui peuvent encrasser le matériel d'irrigation ou laisser des résidus sur les feuilles si la culture est irriguée par aspersion;
- la quantité des composés ou éléments chimiques dissous (anions et cations), qui peuvent influencer la croissance et la nutrition des plantes.

C'est le deuxième de ces critères (la quantité de composés chimiques ou ions dissous) qui cause le plus de soucis aux producteurs. Les critères applicables à la qualité de l'eau dépendent de plusieurs facteurs :

- Le système de culture ou d'irrigation utilisé : système d'irrigation aérien en circuit ouvert avec goutteurs à faible débit, rampes de pulvérisation ou arrosage manuel; système d'irrigation aérien en circuit fermé (à recirculation) (avec substrat sans sol); système fermé de sub-irrigation (culture en pots ou en contenants de plantes à fleurs); ou technique de culture sur film nutritif (culture sans sol de légumes dont les racines sont constamment baignées dans une solution nutritive).

- Qualité de l'eau. Les normes sont plus strictes dans le cas des systèmes fermés (à recirculation), car certains ions, comme les ions sodium, chlorures et sulfates, dont les plantes n'ont besoin pour leur croissance qu'en très petites quantités, finissent par s'accumuler dans la solution, ce qui nuit à l'absorption des ions nutritifs indispensables à la croissance des plantes et augmente la fréquence à laquelle il faut rafraîchir les solutions nutritives en recirculation. La recirculation de l'eau d'irrigation amène une augmentation des risques de propagation des maladies racinaires, mais des technologies de traitement (rayonnement ultraviolet, ozonation ou chaleur), permettent, au besoin, d'assainir les solutions nutritives en recirculation.
- Le drainage du substrat doit permettre d'évacuer la grande quantité d'eau nécessaire à d'éventuels lessivages du substrat ou du sol.
- Les cultures et leurs besoins particuliers ou leur sensibilité particulière à certains éléments comme le bore, le fluorure, le zinc, etc. La formation de biofilms est un problème fréquent (en partie à cause de l'utilisation de plus en plus répandue d'eau d'irrigation non chlorée); les biofilms bouchent les conduites goutte-à-goutte de petit diamètre et les goutteurs à faible débit et à compensation de pression, ce qui nuit à la régularité de l'écoulement. Les produits à base de peroxyde d'hydrogène, les UV ou l'ozone permettent de prévenir la formation d'un biofilm dans les systèmes d'irrigation.

Dans une serre avec irrigation aérienne (par aspersion) sans recirculation, une simple analyse de l'eau, effectuée chaque saison ou quand on change de source d'eau, suffit à en déterminer la qualité. Cette analyse doit mesurer la conductivité électrique (CÉ) et titrer les ions hydrogène (pH), le sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-) et les sulfates (SO_4^{2-}). Dans le cas des systèmes de sub-irrigation ou à recirculation, faire faire une analyse complète de l'eau avec titrage des bicarbonates (HCO_3^-) et des oligo-éléments comme le fer (Fe^{2+}, Fe^{3+}), le bore (B), le zinc (Zn^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}).

Conductivité électrique (CÉ)

La conductivité électrique (CÉ) est la mesure de la concentration totale d'ions (charge ionique totale des cations et des anions) dans une solution. La charge ionique totale (souvent appelée aussi salinité totale ou teneur en sels solubles) se mesure à l'aide d'un conductimètre. À une charge ionique élevée correspond une CÉ élevée. La CÉ d'une solution est mesurée au moyen de deux électrodes de 1 cm² chacune, éloignées de 1 cm. Elle est exprimée en millisiemens/centimètre (mS/cm ou dS/m) ou, selon l'ancienne terminologie, en millimhos/centimètre (mmho/cm) ou micromhos/centimètre (µmhos/cm) à 25 °C, température de référence. De nos jours, la plupart des conductimètres font les corrections nécessaires pour la température de manière à tenir compte de l'influence de celle-ci sur la lecture de la CÉ. La teneur en sels solubles s'exprime également par la concentration ionique en équivalent-poids par litre (eq/L ou meq/L), des unités qui représentent la charge constituée par tous les ions présents dans la solution. Les valeurs de meq/L des anions et des cations dans la solution, telles qu'elles sont indiquées par l'analyse de laboratoire doivent être égales.

Pour convertir les meq/L en mS/cm et inversement* :

- 1 meq/L ≈ 0,055 mS/cm ≈ 55 µS/cm
- 1 mS/cm ≈ 1 000 µS/cm ≈ 18,2 meq/L

* Le m signifie milli (0,001 ou 1 millième) et le µ, micro (0,000001 ou 1 millionième).

À noter qu'un conductimètre ne mesure pas la concentration des différents ions, mais la somme de toutes les charges ioniques. Plus la valeur de CÉ est élevée, plus la concentration d'ions dans la solution l'est également, ce qui rend plus difficile l'absorption par les plantes de l'eau contenue dans la solution, à cause de la succion osmotique accrue. Le conductimètre doit être étalonné périodiquement avec une solution-étalon ayant une valeur de CÉ connue. Par exemple, une solution titrant 0,01 M (mole) de chlorure de potassium (KCl), obtenue par dissolution de 0,74 g de KCl dans 1 L d'eau, possède une CÉ de 1,4 mS/cm à 25 °C. Au bout de plusieurs utilisations, le conductimètre affiche des lectures sous-estimées à cause de l'oxydation de ses électrodes. Nettoyer ces dernières en les plaçant dans une solution acide (pH de 1,0-2,0) pendant toute une nuit. Si l'appareil n'a pas été corrigé à 25 °C, augmenter les valeurs obtenues de 2 % pour chaque 1 °C de moins que 25 °C.

Le tableau 3–1, *Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certains critères,* p. 28, donne un classement général de la qualité de l'eau. Il est à noter qu'un échantillon d'eau

ne peut être classé dans une catégorie donnée que s'il satisfait à tous les critères de la catégorie. Il est important de connaître le classement attribué à une source d'eau, car celui-ci a une influence sur la culture pratiquée et la technologie d'irrigation utilisée.

Tableau 3–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certains critères

Cat.	CÉ (mS/cm)	Sodium (Na^+) (ppm)	Chlorures (Cl^-) (ppm)	Sulfates (SO_4^{2-}) (ppm)
1	< 0,5	< 30	< 50	< 100
2	0,5-1,0	30-60	50-100	100-200
3	1,0-1,5	60-90	100-150	200-300

Source : L'information présentée dans ce tableau se fonde sur des données historiques a été colligée sur de nombreuses années par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO).

Une eau de catégorie 1 convient à toutes les formes d'irrigation et à tous les systèmes d'irrigation. La plupart du temps, l'eau provenant des Grands Lacs entre dans cette catégorie, tout comme l'eau de pluie recueillie dans des citernes du toit des serres. L'eau de catégorie 2 ne convient qu'à des cultures sur substrat ou sol qui peut être convenablement lessivé. Si elle sert à des systèmes d'irrigation aérienne à recirculation, il faudra rafraîchir la solution nutritive plus souvent en veillant à ce que l'élimination de la vieille solution ne nuise pas à l'environnement.

L'eau de catégorie 2 ne convient pas aux plantes cultivées sur film nutritif ni aux plantes sensibles aux sels cultivées dans les systèmes avec sub-irrigation (irrigation souterraine), notamment si l'un des ions énumérés, le sodium, le chlore ou les sulfates se trouve à l'intérieur de la marge de valeurs indiquée. Du point de vue de la chimie des solutions aqueuses, il est très rare que l'on trouve par exemple de fortes concentrations de sodium et de faibles concentrations de chlore en Ontario parce que la source de sodium et de chlore est généralement liée à la solubilisation du chlorure de sodium. Une source d'eau pourrait encore être classée dans la catégorie 2 même si les concentrations de sodium, de chlorure et de sulfates se trouvent dans la fourchette de catégorie 1 parce que les autres anions et cations ajoutent à la conductivité électrique de l'eau de la même façon que les ions de sodium, de chlorure et de sulfate. En Ontario, les sources d'eau de surface et de puits ont souvent une forte teneur en calcium, en magnésium et en bicarbonate qui ajoutent à la conductivité électrique. Les fortes teneurs en calcium et en magnésium ne nuisent pas nécessairement à la croissance des plantes parce qu'ils constituent des éléments nutritifs essentiels. Cependant ils posent des problèmes en ce qui concerne les dispositifs tels que les goutteurs à faible débit parce que ces ions forment un précipité d'oxydes et de carbonates à l'intérieur qui les bouchent et rendent irrégulière l'irrigation de chaque plant.

L'eau de catégorie 3 n'est pas recommandée pour les espèces sensibles aux sels (comme la primevère, la violette africaine, le gloxinia), ni aux cultures dont on limite le développement racinaire ou dont la solution nutritive est recyclée. Si la teneur en sels dépasse 1,5 mS/cm, l'eau est de qualité limite pour les cultures en serre quelles qu'elles soient. Dans certains cas, les plantes réussiront à pousser, mais leur rendement sera médiocre. Comparativement aux chlorures (Cl–), le seuil de concentration toxique du sodium (Na+) est bas, parce que le sodium a tendance à être absorbé par les particules de sol ou d'humus et à s'accumuler ainsi dans le sol ou le substrat. Cette concentration de sodium peut entraver l'absorption du potassium, du calcium et du magnésium. Les chlorures ont moins tendance à s'accumuler dans le sol ou le substrat en raison de leur charge négative. Certaines cultures (p. ex., les dracaenas, les concombres, les azalées et les lis) sont extrêmement sensibles aux chlorures. Dans l'eau des puits de la plupart des régions de l'Ontario, les concentrations de sodium sont faibles, tandis que les concentrations de sulfates peuvent être relativement élevées à cause de la présence de gypse dans les nappes aquifères. La plupart des cultures n'ont pas besoin de plus de 100 ppm de sulfates (33 ppm de soufre élémentaire) pour répondre à leurs besoins en soufre.

Pourquoi mesurer la CÉ des substrats ou des solutions

La CÉ ne révèle rien des éléments nutritifs qui sont présents ni de leur quantité, mais elle donne une idée globale de la valeur nutritive de la solution. Une CÉ élevée indique que la solution est riche en ions dissous, et que l'eau sera plus difficilement absorbable par les racines des plantes. Si la CÉ est excessive, les

racines peuvent se déshydrater, se détériorer et mourir, surtout l'été quand la demande d'eau est forte en raison de taux de transpiration élevés. Cette situation se produit généralement lorsque le sol ou le substrat n'est pas suffisamment lessivé, que les plants sont surfertilisés ou que l'eau d'irrigation est de mauvaise qualité (CÉ élevée). Le feuillage peut être vert foncé et sous-développé et les plants peuvent se flétrir pendant les heures les plus chaudes ou les plus ensoleillées de la journée même si le substrat est passablement humide. Plus grave encore, les racines peuvent brunir et comporter très peu de nouvelles racines blanches actives, sinon aucune.

Une CÉ faible indique une solution pauvre en ions dissous, et donc une absorption de l'eau plus facile pour les racines. Les plants sont habituellement luxuriants, possèdent de grosses feuilles et peuvent en fait même être légèrement sous-fertilisés étant donné qu'il n'y a pas autant d'éléments nutritifs biodisponibles. Toutefois, la croissance des racines sera favorisée. Une faible CÉ pendant une période prolongée induit souvent une carence en un des macro-éléments (azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium et soufre) nécessaires à la croissance des végétaux.

Comment mesurer la CÉ d'un substrat

Il est important de faire preuve de constance dans le choix de la méthode utilisée pour déterminer la CÉ d'un échantillon de substrat, car les résultats varient légèrement de l'une à l'autre. Voici les quatre principales méthodes utilisées :

- la méthode de l'extrait de substrat saturé;
- la méthode Spurway de l'extrait de substrat dilué (1 partie de substrat pour 2 parties d'eau en volume);
- la méthode de l'eau de percolation (« pour-through »);
- la méthode du pressage.

La méthode de l'extrait de substrat saturé et la méthode Spurway consistent à ajouter de l'eau à un échantillon de substrat prélevé dans la zone racinaire, puis à en extraire l'eau et à mesurer la CÉ de la solution obtenue. Avec la première de ces méthodes, le substrat est entièrement saturé d'eau, tandis qu'avec la deuxième, il est seulement dilué à raison d'un volume d'eau pour deux volumes de substrat. Ce sont les techniques le plus couramment employées dans les laboratoires d'analyse. En Amérique du Nord, la méthode de l'extrait de substrat saturé est le plus couramment utilisée par les laboratoires universitaires et privés pour l'analyse des substrats utilisés dans les serres. Elle donne une valeur de CÉ qui est habituellement environ deux fois et demie plus élevée que celle qui est obtenue avec la méthode Spurway.

La méthode de l'eau de percolation consiste à mouiller le substrat en versant de l'eau distillée ou déionisée par le haut du pot et à recueillir les 50 premiers millilitres de la solution qui s'en écoule (eau de percolation) pour en mesurer la CÉ et le pH. Cette méthode est rapide et très utile pour une surveillance maison effectuée sur place, à condition cependant de verser l'eau uniformément et sur toute la surface du substrat. Elle risque aussi de surestimer les valeurs de la CÉ lorsque les pots sont vieux (surtout s'ils sont irrigués par le bas), parce que les sels s'accumulent dans la partie supérieure du substrat, alors que les valeurs de la CÉ peuvent en fait être plus faibles dans la zone racinaire. Pour que cette méthode soit fiable, il faut s'assurer de bien mouiller le substrat.

Une autre méthode de surveillance maison, le pressage, consiste à retirer les plants du pot et à presser la moitié inférieure de la motte entourant la racine pour en extraire la solution nutritive. On obtient ainsi un liquide assez représentatif de la solution de sol qui baigne les racines en croissance. Cette méthode est très utilisée pour surveiller la CÉ des substrats dans les plateaux de semis alvéolés. Étant donné le petit volume de solution extrait, la méthode du pressage oblige à utiliser un conductimètre permettant de lire la CÉ dans seulement 1-2 gouttes de liquide. On doit mouiller passablement le substrat pour être en mesure d'en extraire une solution.

Interprétation des mesures de la CÉ

Les besoins nutritifs d'une culture varient suivant son stade phénologique (stade de développement). On distingue essentiellement trois stades. Au cours du premier, qui correspond à la germination et à l'enracinement des boutures, les besoins sont faibles. Au stade suivant, au plus fort de la croissance végétative, les besoins sont élevés. Enfin, au troisième stade, quand les plants parviennent à maturité, les besoins diminuent. En règle générale, les plants se conserveront mieux dans le commerce si, vers la fin de leur séjour en serre, on abaisse les niveaux d'éléments

nutritifs (et si l'on réactive le système racinaire); c'est le cas notamment du chrysanthème, de l'hortensia et du poinsettia. Par contre, certaines cultures, comme le lis de Pâques, se conservent mieux si elles sont fertilisées jusqu'à leur sortie de la serre. Le tableau 3–2, *Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active, déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé,* ci-contre, indique les niveaux de CÉ conseillés à chaque phase de croissance active de différentes cultures en pot, à partir de deux méthodes d'échantillonnage. Au cours des première et dernière phases de croissance, la CÉ doit être abaissée d'environ 1,0 mS/cm. On prélève chaque semaine des échantillons dans cinq pots par zone représentative, on fait la moyenne et on note le résultat.

- Si la CÉ est trop basse, l'élever par un apport accru d'engrais.
- Si la CÉ est trop élevée, l'abaisser par dilution en lessivant le sol avec de l'eau claire. Si la culture est irriguée par le dessus, ajouter une solution à faible CÉ par le haut. Appliquer suffisamment d'eau pour saturer le substrat, afin d'accroître la solubilité des sels excédentaires. Attendre 1-2 heures et employer suffisamment d'eau fraîche pour faire descendre la solution ayant une CÉ élevée et la faire sortir du pot. Une forme de lessivage peut aussi être utile dans les systèmes avec sub-irrigation, mais au lieu de chasser les sels hors du substrat, ceux-ci sont forcés à remonter dans la partie supérieure du substrat, laquelle est exempte d'activité racinaire. Il est important de vérifier si les teneurs élevées en sels se situent dans la zone des racines ou uniquement dans la partie supérieure du substrat (phénomène normal en culture avec sub-irrigation, qui n'a aucune incidence sur les racines). Si la CÉ est élevée dans la zone racinaire, on peut injecter une solution nutritive à faible CÉ ou de l'eau claire dans le réseau de sub-irrigation; elle fera remonter les sels dans le sol ou les diluera, ce qui facilitera leur absorption par les racines. Les cultures produites par faible luminosité en automne et en hiver ont besoin d'une eau ayant une CÉ plus élevée que celles cultivées en été; en effet, en automne et en hiver, les plantes transpirent moins et absorbent donc moins d'eau (et d'engrais). En été, il faut compenser l'augmentation de la transpiration et des quantités d'eau absorbées en abaissant la CÉ de la solution nutritive (solution d'engrais) qu'on applique à la culture. En été, la CÉ de la solution nutritive injectée dans le réseau de sub-irrigation doit être inférieur de 30 à 40 % à ce qu'elle est en hiver.

Tableau 3–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active, déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé

Besoins en éléments nutritifs	Extrait de substrat saturé (mS/cm)	Eau de percolation (mS/cm)	Cultures
Faibles	0,75-2,0	1,0-2,6	Azalée, bégonia, calcéolaire, calla, cinéraire, cyclamen, gerbera, gloxinia, impatiente, orchidée, primevère, *Streptocarpus* spp., violette africaine
Moyens	1,5-3,0	2,0-3,5	Cactus de Noël (Schlumbergera), calibrachoa, plantes du genre Clerodendrum, dahlia, exacum, pélargonium à feuilles zonées, hibiscus, kalanchoe, rosier
Élevés	2,0-3,5	2,6-4,6	Chrysanthème, géranium, lis, poinsettia

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée au fil du temps par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO).

Le pH et son rôle

Le pH est une mesure inverse (ou logarithme négatif) de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution. En grande quantité, les ions H^+ donnent un pH faible, tandis qu'en faible quantité, ils donnent un pH élevé. L'échelle du pH s'étend de 1 à 14. Un pH inférieur à (<) 7,0 est acide et un pH supérieur à (>) 7,0 est basique (ou alcalin), 7,0 correspondant à un pH neutre. Plus le pH est élevé, plus la solution est basique, et plus il est bas, plus elle est acide. Chaque unité de l'échelle de pH représente un facteur de variation de 10 dans la concentration des ions H^+.

Alcalinité et bicarbonate

L'alcalinité exprime la concentration d'un certain nombre d'ions et leur capacité à neutraliser les acides ou les ions hydrogène dans l'eau. Il y a un rapport entre le pH et l'alcalinité, puisque celle-ci détermine le pouvoir tampon de l'eau en présence d'acide; l'alcalinité définit la résistance de l'eau à un changement de pH. Le plus souvent en Ontario, l'ion qui influence le plus l'alcalinité est l'ion bicarbonate. En Ontario, il n'est pas rare que l'eau compte plus

de 200 ppm de bicarbonates, qui proviennent de son passage à travers une couche calcaire du sous-sol (carbonates de calcium et de magnésium). Dans ce cas, la forte concentration de bicarbonates neutralise les ions hydrogène, ce qui fait baisser la concentration d'ions H^+, et par conséquent élève le pH. Bien qu'il existe une corrélation générale entre le pH et la teneur en bicarbonates, il est important de savoir que ce lien n'est pas spécifique. Par conséquent, on doit connaître la concentration de bicarbonates dans la source d'approvisionnement en eau si l'on veut pouvoir calculer la quantité d'acide nécessaire pour neutraliser ou abaisser le pH.

Partout en Amérique du Nord et en Europe, les laboratoires offrant des services d'analyse aux serriculteurs déclarent souvent l'alcalinité de différentes façons. Les laboratoires de l'Ontario expriment la concentration en parties par millions (ppm) de bicarbonates présents dans l'eau, tandis que d'autres l'expriment, le plus souvent, en mg de $CaCO_3$/L ou en milléquivalents (meq) d'alcalinité. Voici le rapport entre ces unités :

- 61 ppm de bicarbonates = 50 ppm d'alcalinité = 1 meq d'alcalinité

En quoi la teneur en bicarbonates ou l'alcalinité modifie-t-elle le pH du substrat?

Quand la concentration de bicarbonates ou l'alcalinité est élevée, le pH du substrat augmente rapidement quand de l'eau est appliquée par irrigation de surface ou par sub-irrigation sans possibilité de lessivage. En général, plus le volume du substrat est faible dans le contenant (p. ex. plateaux à alvéoles), plus l'élévation du pH est rapide. C'est que la teneur en bicarbonates habituelle de l'eau des puits ou des eaux de surface de l'Ontario possède un pouvoir tampon supérieur à l'acidité ou l'alcalinité des engrais utilisés pour fertiliser les cultures. L'élévation du pH se trouve aussi augmentée selon la composition de l'engrais utilisé.

Comment mesurer le pH

On mesure le pH d'une solution selon quatre méthodes principales :

- Le papier de tournesol, la méthode la moins coûteuse (mais également la moins précise), qui consiste à tremper le papier dans la solution et à en comparer la couleur à des codes de couleur correspondants à différentes fourchettes de pH.
- Le pH-mètre de poche, en forme de stylo, de coût raisonnable, relativement précis et facile à transporter sur soi dans la serre. Il suffit de tremper la sonde dans la solution fertilisante et de noter la valeur de pH qui s'affiche sur l'écran numérique. Cependant, en serre, il a une durée de vie est beaucoup moins longue que les modèles plus solides et plus chers, et sa sonde ne peut être remplacée.
- Les pH-mètres à électrodes, appareils les plus précis, et les plus coûteux, qui demandent le plus d'entretien. Ils donnent une mesure rapide du pH. On plonge la sonde à pH directement dans la solution et on l'y laisse jusqu'à ce que la lecture se stabilise. La plupart des pH-mètres haut de gamme effectuent une correction pour la température, bien que celle-ci n'ait qu'une faible incidence (entre 0,1 et 0,3 unité) aux fourchettes de températures de l'eau d'irrigation utilisées par la plupart des producteurs. On doit rincer la sonde après chaque échantillonnage. L'étalonnage est très important. Les sondes à pH ne sont pas aussi stables que les sondes à CÉ. Les régler au moins toutes les semaines à l'aide de solutions-étalons correspondant à des pH de 4,0 et de 7,0. Garder les sondes à pH propres, les entreposer dans un liquide et les remplacer plus souvent que les sondes à CÉ.
- On installe maintenant des pH-mètres à électrodes en ligne qui font partie de systèmes informatisés de dosage des engrais et de l'acide, afin d'assurer une surveillance et une correction constantes du pH. On installe deux appareils en parallèle avec les systèmes de dosage informatisés pour détecter les changements de précision. Pour garantir la stabilité et la précision des lectures de pH, la solution doit avoir été agitée pendant suffisamment longtemps.

Vérifier le pH du substrat par la méthode de l'eau de percolation à partir de l'extrait aqueux ou boueux ou de la solution ayant servi à mesurer la CÉ. Utiliser de l'eau distillée, car de nombreuses sources d'eau contiennent des composés (p. ex., des bicarbonates) qui ont un pouvoir tampon susceptible de modifier le pH.

Pourquoi mesurer le pH

Quoique les ions hydrogène ne soient pas à proprement parler des éléments nutritifs, le pH influe sur la solubilité et par conséquent sur la biodisponibilité de nombreux autres éléments nutritifs (particulièrement les oligo-éléments). Par exemple, dans les substrats

sans sol, la plupart des ions positifs (cations) comme le fer, le manganèse et le calcium ainsi que les ions phosphates sont plus solubles à des pH plus faibles (et par conséquent plus facilement assimilables par les végétaux) lorsque le pH est plus bas. Inversement, à des pH plus élevés, ces ions se fixent sous des formes non assimilables. Le molybdène pour sa part est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. Le pH influence aussi directement la colonisation du sol par certains organismes pathogènes qui risquent de nuire aux végétaux.

Chaque culture a, à l'égard du pH, une sensibilité spécifique qui procède de sa sensibilité à l'excès ou au manque de certains oligo-éléments. Par exemple, un pH < 5,5 peut entraîner une accumulation phytotoxique d'éléments nutritifs comme le manganèse et le fer chez le tagète, le géranium et le zygocactus. Chez d'autres espèces, comme l'azalée et l'hortensia, un pH bas est nécessaire pour assurer l'absorption maximale de fer et d'aluminium, des éléments indispensables à la bonne coloration des feuilles et à celle des fleurs si l'on cherche à obtenir des fleurs bleues. Un pH de 5,8-6,5 est considéré optimal pour la plupart des espèces cultivées dans des mélanges sans sol constitués de matière organique à plus de 50 %. Le tableau 3–3, *Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures,* ci-dessous, indique les cultures qui requièrent des fourchettes de pH optimales très précises.

Tableau 3–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures

Culture	Fourchette optimale
Tagète, géranium, célosie, lis de Pâques	6,0-6,6 (± 0,2)
Pensée et violette, pétunia, muflier, pervenche, sauge, hortensia bleu, calibrachoa, pétunia, bacopa	5,4-5,8
Azalée	4,8-5,4

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée au fil du temps par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO).

Autres facteurs dont il faut tenir compte :

- Un pH légèrement plus élevé et une fertilisation avec des engrais à potentiel basique sont souhaitables pour les cultures sensibles à un pH faible, comme le géranium et le tagète.
- Le pétunia, le calibrachoa, le bacopa et le scaevola étant sujets à des carences en fer, le substrat devrait avoir un pH inférieur à 5,8. Ces cultures donnent de meilleurs résultats lorsqu'elles sont fertilisées avec des engrais à potentiel acide. Si un pH élevé est toujours un problème, envisager des applications constantes de fer EDDHA. Consulter un spécialiste de la floriculture de serre pour connaître les doses.
- Les cultures comme le chrysanthème en pot, qui ont tendance au bout d'un certain temps à élever le pH, doivent avoir un pH bas au début de leur culture.
- Le stade phénologique (âge) de la culture est important. À la floraison, le pH n'est souvent pas aussi important qu'il l'est au début de la croissance.
- Les engrais utilisés agissent aussi sur le pH de la solution nutritive et du substrat. Il est important de savoir si l'engrais complet utilisé est acidifiant ou alcalinisant. L'acidité potentielle d'un engrais est indiquée sur l'emballage par le nombre de kilogrammes de chaux calcique par tonne d'engrais. Si l'engrais a une action alcalinisante, l'étiquette en indique l'alcalinité potentielle en équivalent de kilogrammes de calcium ajouté au substrat par tonne d'engrais.

Étant donné la teneur en bicarbonates de la plupart des eaux de puits et de surface de l'Ontario, la plupart des producteurs corrigent maintenant le pH de l'eau d'irrigation à l'aide d'acide phosphorique, nitrique ou sulfurique, ou par une combinaison de ceux-ci, de manière à maintenir le pH du substrat à tout au plus 6,2. Étant donné que bien des producteurs récoltent l'eau de pluie, ils maîtriseront mieux le pH des solutions fertilisantes en mélangeant cette eau avec l'eau de surface.

Pour les producteurs, il est souvent difficile de corriger le pH de l'eau d'irrigation avec de l'eau de pluie seule parce que celle-ci n'a absolument aucun pouvoir tampon; par conséquent il est souvent préférable de mélanger de l'eau de pluie et de l'eau de surface.

Correction du pH

Eau d'irrigation

Pour bien des petits producteurs, la meilleure façon de procéder est d'injecter l'acide à l'aide d'injecteurs d'engrais. Ils doivent cependant s'assurer que l'injecteur est conçu pour les acides. D'autres producteurs préfèrent installer des sondes à pH en ligne (dans le réseau d'irrigation) qui commandent un doseur à acide. Les deux méthodes donnent de bons résultats. Le tableau 3–4, *Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3– (1 mmol/L ou 1 meq/L) par 100 000 L d'eau,* ci-dessous, indique les doses d'acide nécessaires.

Il est recommandé de laisser environ 60 ppm de bicarbonates dans l'eau d'irrigation, pour faire tampon et pour parer à d'éventuelles erreurs légères dans les calculs relatifs à la composition de l'eau ou dans les dosages. Par conséquent, si le niveau initial de bicarbonates est de 240 ppm, il faudrait neutraliser environ 180 ppm, et donc multiplier par trois la quantité d'acide indiquée dans le tableau 3–4.

Pour chaque mmol de bicarbonates/L ou meq/L qui est neutralisée par un acide, on doit ajouter à la solution :

- 14 ppm d'azote (sous forme de nitrate), si l'on utilise l'acide nitrique;
- 31 ppm de phosphore (soit 71 ppm P^2O^5), si l'on utilise l'acide phosphorique;
- 16 ppm de soufre (soit 48 ppm de sulfates), si l'on utilise l'acide sulfurique.

Tableau 3–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3– (1 mmol/L ou 1 meq/L) par 100 000 L d'eau

Acide	Densité relative (kg/L)	Volume d'acide (L)
Phosphorique (85 %)	1,7	6,8
Nitrique (67 %)	1,5	6,6
Sulfurique (93 %)	1,8	2,8

Substrats

Si le pH est trop bas, appliquer une ou plusieurs des mesures suivantes, en gardant à l'esprit qu'il est difficile de faire augmenter le pH.

Mélanges sans sol

- Cesser d'acidifier l'eau d'irrigation.
- Fertiliser avec un engrais à action alcalinisante (riche en azote des nitrates).
- Utiliser une solution-mère de bicarbonate de potassium (100-200 kg/1 000 L), qui sera diluée à 1:100. La solution-fille doit avoir une CÉ d'environ 1,5-2,0 mS/cm.
- Si l'on utilise de la chaux, la quantité à ajouter dépend du type d'ingrédients du substrat et de leurs proportions. La mousse de sphaigne (pH de 3,5-4,5) et l'écorce (pH de 4,0) sont acides. La quantité de chaux nécessaire pour neutraliser la mousse de sphaigne et la faire passer d'un pH de 3,5 à 5,5 est d'environ 6-7 kg par m^3 de mousse de sphaigne non tassée. Les mélanges sans sol comportent souvent des matériaux alcalins de type argile cuite, notamment le Haydite et le Crackpot, ou du sable. On diminue normalement la quantité de chaux quand on utilise des additifs argileux à pH élevé. On doit vérifier le pH après la préparation du substrat, mais avant les semis ou repiquages. Le pH d'un substrat humide fraîchement préparé continuera de s'élever pendant une dizaine de jours.

Sol

- Pour élever le pH de 1 point, utiliser 4,8 kg de chaux dolomitique extra-fine par 100 m^2.
- Pour un sol riche en argile ou en matière organique, augmenter d'environ 25 % la quantité recommandée.
- De 2 à 3 semaines après le chaulage, vérifier le pH du sol pour voir s'il est au niveau souhaité. Plus la chaux est fine, plus elle réagit rapidement avec le sol.
- La vitesse d'élévation du pH est aussi influencée par la température, l'humidité et l'aération du sol. L'élévation est plus rapide dans les sols ou substrats sans sol qui sont chauds, humides et bien aérés.
- L'utilisation de chaux hydratée dans les serres comporte certains inconvénients graves, car la chaux réagit très activement et très rapidement. Comme il est difficile de bien répartir cette chaux dans le sol, son utilisation est très limitée. On s'en sert quand même souvent pour répondre en partie aux besoins en chaux des substrats sans sol afin que le pH puisse être modifié rapidement et que le substrat puisse servir à la culture.

Si le pH du sol ou du substrat est trop élevé, on peut l'abaisser, mais ce n'est pas simple. Une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent y contribuer :

- Augmenter l'acidité de l'eau d'irrigation. Habituellement, il n'y a pas de danger à abaisser le pH de la solution nutritive à 5,2 ou 5,4, en y maintenant une concentration de 30-60 ppm de bicarbonates (voir plus haut). L'objectif est d'offrir aux racines une solution acide qui favorisera l'absorption des oligo-éléments jusqu'à ce que le pouvoir tampon de la solution fertilisante élève le pH.
- Cesser si possible d'utiliser des engrais à réaction alcalinisante, comme le nitrate de calcium.
- Utiliser davantage d'engrais à base d'ammonium, surtout durant les mois où la lumière du jour est abondante.
- Arroser abondamment le sol à l'aide d'une solution contenant 5 kg de sulfate de fer/1 000 L d'eau. Ne pas oublier de rincer légèrement le feuillage immédiatement après ce traitement pour éviter qu'il ne brûle.
- Utiliser du soufre à raison de 15 kg de soufre élémentaire par 1 000 L d'eau. Ce traitement met de 3 à 4 semaines à faire effet.

Voir aussi le tableau 3–5, *Correction du pH du sol.*

Tableau 3–5. Correction du pH du sol

Matériau	kg/100 m² pour abaisser le pH de 0,5 à 1 unité*	Vitesse d'abaissement du pH
Soufre microfin	2,5	Lente
Sulfate d'aluminium	15	Rapide
Sulfate de fer	15	Moyenne

* Doses pour sols légers à moyens. Pour les sols plus lourds ou contenant davantage de matière organique, augmenter la dose d'un tiers. Les doses par m^3 de terreau d'empotage correspondent à la moitié des doses recommandées ci-dessus.

Substrats artificiels (mélanges sans sol)

En serriculture commerciale, les mélanges d'empotage sans sol ont remplacé ceux qui étaient à base de terre ou de terreau. Qu'ils soient destinés à la croissance, à la multiplication, à la culture en contenants, à la culture sur banquettes ou même à la production de fleurs coupées, les substrats contiennent de moins en moins de terre proprement dite et de plus en plus d'ingrédients de remplacement dans des substrats artificiels. Les mélanges artificiels sont vendus soit prêts à l'emploi en sacs, en balles ou en vrac, soit sous forme d'ingrédients à mélanger.

Pourquoi utiliser des mélanges sans sol

Voici les avantages que présentent les mélanges sans sol par rapport aux terreaux traditionnels :

- La qualité est uniforme et constante d'un lot à l'autre, un point qui revêt une importance critique pour les pratiques de gestion de l'eau et des engrais applicables à bon nombre de cultures.
- La plupart des substrats sont considérés comme essentiellement exempts de maladies et d'insectes, ce qui réduit les besoins et les coûts de pasteurisation. Ils sont aussi généralement considérés comme étant exempts de graines de mauvaises herbes.
- Ils sont moins susceptibles que les mélanges à base de terre des champs d'être contaminés par des résidus d'herbicides.
- Les ingrédients d'un mélange sans sol sont faciles à se procurer et la plupart sont plus légers que la terre.
- Les mélanges sans sol ont une plus grande porosité et retiennent plus d'eau que les mélanges à base de terre.

Rôles d'un bon substrat

Un bon substrat doit remplir quatre rôles fondamentaux :

- fournir le milieu nécessaire à l'ancrage du système racinaire;
- emmagasiner l'eau destinée à être absorbée par les racines entre les épisodes d'irrigation;

- offrir un milieu-tampon pour les éléments nutritifs qui seront absorbés par les racines;
- fournir l'oxygène (par ses interstices remplis d'air) nécessaire à la respiration des racines.

Ingrédients courants

Mousse de sphaigne

Il s'agit de l'un des matériaux les plus largement utilisés, en raison de ses caractéristiques physiques et de son prix. La mousse de sphaigne est une plante primitive qui pousse dans les tourbières. Tandis que la partie aérienne de la plante continue de pousser, la partie souterraine meurt et se décompose en tourbe. Les feuilles de mousse sont composées de cellules vivantes qui peuvent contenir de la chlorophylle ou non, de même que des cellules de « sphaigne » mortes qui contiennent de l'eau et de l'air. Les cellules de sphaigne mortes ont ceci de particulier qu'elles absorbent et conduisent l'eau. Leurs parois lignifiées les empêchent de s'affaisser lorsqu'elles s'assèchent. L'eau contenue dans ces cellules est absorbée par capillarité. Du fait de leur tensio-activité et de leur charge généralement négative, les cellules des feuilles et des tiges peuvent adsorber les éléments nutritifs (p. ex., les ions positifs) à la manière des particules d'argile. Les éléments nutritifs peuvent aussi être absorbés dans les cellules de sphaigne sous forme d'ions dissous dans l'eau.

Une tourbière de mousse de sphaigne présente une couche superficielle, une couche moyenne et une couche profonde. À cause du mode de croissance de la mousse de sphaigne, la mousse la plus vieille, la plus décomposée, se trouve au fond. Elle est de la couleur la plus sombre et est faite des particules les plus fines. La couche superficielle est plus jaunâtre et de texture plus grossière. Plus la mousse est grossière, plus son poids volumique apparent est faible, plus les interstices sont grands, plus sa capacité de rétention d'eau est faible (par unité de volume) et plus, par conséquent, sa qualité est grande.

La méthode de récolte de la mousse joue un rôle important dans la répartition de la taille des particules. La récolte peut se faire par aspiration ou par taillage de blocs. La récolte par aspiration consiste à fragmenter la surface de la tourbière, à la laisser sécher à l'air et à aspirer les fragments. La récolte en blocs consiste à prélever la mousse par gros morceaux qu'on laisse sécher pendant l'hiver. Le printemps suivant, on effrite les blocs et on emballe le produit. La récolte en blocs de la mousse donne un produit plus grossier que la récolte par aspiration. Ce produit est généralement considéré comme étant celui qui est de la meilleure qualité, mais il est aussi plus cher.

La capacité d'échange cationique (CÉC) indique la quantité de cations qui peuvent être adsorbés par unité de poids et la façon dont leur assimilation par les végétaux sera régulée (tamponnée). En raison de sa forte CÉC, la mousse de sphaigne constitue une bonne réserve d'éléments nutritifs et un bon milieu-tampon. La mousse de sphaigne pure, toutefois, contient très peu d'éléments nutritifs, comme le montre la conductivité électrique mesurée sur extrait de substrat saturé (CÉ < 0,5 mS/cm).

En raison de son pH naturellement bas (3,5-4,5), la mousse de sphaigne est considérée comme exempte d'organismes pathogènes actifs, bien qu'elle puisse receler des spores dormantes ou des graines de mauvaises herbes.

Le coût modique de la mousse de sphaigne par unité de volume en fait l'un des ingrédients les plus utilisés dans les mélanges. Normalement, les mélanges commerciaux et ceux que les producteurs préparent eux-mêmes renferment de 50 à 100 % de mousse de sphaigne. La mousse de sphaigne généralement offerte sur le marché en Ontario a été comprimée. Elle prend de 40 à 60 % d'expansion selon le degré de compactage.

La mousse de sphaigne est de nature hydrophobe, surtout lorsqu'elle est sèche. Pour l'hydrater et la réhydrater uniformément, l'ajout d'un surfactant ou d'un agent mouillant non ionique est de toute première importance tout au long du cycle de croissance des cultures.

Vermiculite

La vermiculite est un produit apparenté au mica qui a été expansé par exposition à une très haute température (900 °C). Ce matériau peut être comparé aux particules d'argile, sauf qu'il a perdu ses capacités de gonfler et de rétrécir. Il possède une capacité d'échange cationique (CÉC) élevée, semblable, à poids égal, à celle de la mousse de sphaigne, et une très forte concentration d'ions potassium et magnésium. La vermiculite améliore la porosité du substrat, lui procure une meilleure structure (ce qui réduit son rétrécissement) et en facilite la réhumidification. Elle

peut également absorber de l'eau à l'intérieur, entre les plaquettes. Son pH est voisin de la neutralité et son poids volumique apparent de 80 à 100 kg/m³. On trouve en général trois types de vermiculite sur le marché, selon la taille des particules : grossière, fine et ordinaire. La vermiculite est extraite de mines situées en Afrique du Sud, aux États-Unis, en Chine et au Brésil.

Perlite

La perlite est un silicate d'aluminium d'origine volcanique qui a été porté à environ 1 000 °C. Constituée de cellules fermées, remplies d'air, elle ressemble à du maïs éclaté. L'eau est retenue principalement à la surface des particules et, dans une moindre mesure, à l'intérieur. Ce matériau inerte est surtout ajouté au substrat pour en améliorer l'aération et le drainage ainsi que la stabilité structurale. Son pH est d'environ 7,0 tandis que sa CÉC est négligeable. Son poids volumique apparent est semblable à celui de la vermiculite ou de la mousse de sphaigne, soit environ 100 kg/m³.

Fibre de coco

La fibre de coco est la moelle de la fibre grossière qui constitue un sous-produit de l'extraction des longues fibres de lignine de l'enveloppe externe du fruit. Avant sa transformation en produits destinés à l'horticulture, la fibre de coco est généralement lavée à l'eau claire, ce qui la débarrasse de l'excédent d'ions sodium et d'ions chlorures. La fibre de coco possède une forte capacité de rétention d'eau (de huit à neuf fois son poids sec). Elle possède d'excellentes propriétés mouillantes et une forte capacité d'échange cationique. Son pH oscille en général autour de 5,7 et 6,5. Avant d'utiliser la fibre de coco, les producteurs devraient toujours s'assurer qu'elle a été suffisamment lavée et débarrassée des concentrations éventuellement élevées de sodium et de chlorure en vérifiant la CÉ d'un échantillon de chaque chargement. La fibre de coco est offerte sous forme soit de briques comprimées de 1 L qui représentent 8-9 L de matière décomprimée, soit de fragments ou de plaques de 1 m conditionnées dans des manchons de plastique aux fins de la production de légumes de serre. Les briques comprimées qui ne prennent pas l'expansion voulue quand on les mouille devraient être jetées. À l'heure actuelle, la fibre de coco sert à la production de cultures de fleurs coupées de longue durée comme le gerbera et le rosier cultivés en contenants ou dans des rigoles. La fibre de coco sert maintenant à la fabrication de pots biodégradables pour les cultures de plantes à massif printanières.

Laine de roche

La laine de roche est le produit du filage de roches basaltiques et calcaires en fusion. Il en existe deux formes : la laine de roche liée et la laine de roche granulaire. La matière de base est stérile et dépourvue de CÉC ou d'une teneur appréciable en sels solubles. La laine de roche liée est débitée en panneaux de 15 ou 20 cm de large, de 7,5 à 10 cm d'épaisseur et de 90 à 200 cm de long. On peut l'acheter avec ou sans feuille de plastique. Les panneaux renferment un liant destiné à en assurer la stabilité et un agent mouillant qui facilite l'absorption et la répartition de l'eau. La laine de roche granulaire ne contient ni liant ni agent mouillant et existe en trois qualités granulométriques (fine, moyenne, grossière). Les substrats contenant de la laine de roche granulaire sont plus poreux et retiennent mieux l'eau; ils sont aussi plus faciles à réhumidifier lorsqu'on les a laissés déshydrater. La laine de roche sert actuellement à la production de fleurs coupées de longue durée, comme la rose et le gerbera, et de légumes de serre.

On fabrique aussi un matériau semblable à la laine de roche à partir des scories de sidérurgie. Ce matériau, souvent appelé laine minérale, a généralement un pH relativement plus élevé (7-8) et des teneurs en oligo-éléments plus élevés que la laine de roche.

Copeaux de polystyrène

Il s'agit d'un sous-produit de la fabrication des panneaux de polystyrène. C'est un matériau inerte à CÉC négligeable et à pH voisin de la neutralité. Il joue le même rôle dans le substrat que la perlite, sauf qu'il ne retient pas l'eau à sa surface. Son poids volumique apparent est de 25 kg/m³. Il ne peut pas être pasteurisé, car il rétrécit. Les copeaux ont tendance à flotter à la surface du pot et peuvent poser un problème dans les systèmes avec sub-irrigation et recyclage de la solution. L'homogénéité du substrat peut aussi laisser à désirer à cause de la tendance des copeaux à se séparer des autres ingrédients. L'utilisation de ce matériau n'est pas recommandée du fait des préoccupations environnementales liées aux grains de polystyrène qui sont emportés par le vent ou qui atterrissent dans des cours d'eau et flottent à la surface de l'eau.

Turface®

Il s'agit d'une argile cuite à pH neutre (7,0). Comme son poids volumique apparent est de 750 kg/m³ et que sa CÉC est élevée, dans le cas de la catégorie ordinaire, on l'utilise pour accroître le poids et le pouvoir tampon du substrat. Sa CÉC est comparable à celle de la vermiculite.

Haydite®

Il s'agit d'un type de schiste expansé par un traitement à 1 200 °C. Son poids volumique apparent est d'environ 800 kg/m³ selon la granulométrie et la catégorie, et son pH est élevé (8,5-9,5). On en trouve plusieurs catégories différant par le calibre des particules. La capacité neutralisante de ce produit doit être prise en compte lorsqu'on l'utilise en quantités appréciables.

Gro-Bark®

L'écorce compostée peut contribuer à éliminer des substances toxiques et des phytopathogènes. Il faut généralement trois mois pour composter l'écorce de bois dur, tandis qu'il faut environ un mois et demi pour composter l'écorce de bois tendre. Avant le compostage, on ajoute généralement de l'azote à raison de 1 kg et 0,5 kg/m³ pour l'écorce de bois dur et l'écorce de bois tendre respectivement. Gro-Bark® est un mélange commercial d'écorce de pin vieillie et de sciure qui a subi un compostage naturel pendant 10 à 40 ans. Son pH varie de 4,5 à 6,5 et sa teneur en sels est faible. Vendu en vrac uniquement, il sert généralement à pailler les allées, à amender le substrat des plants de pépinières élevés en contenant ou à remplacer la mousse de sphaigne.

Grow-Rich®

Grow-Rich® est un matériau composté issu de boues de papetières et d'autres matériaux organiques (fumiers, sciure et rafles de maïs). Son poids volumique apparent est d'environ 400 kg/m³, et la taille la plus courante de ses particules oscille entre 3 et 6 mm. Son pH varie entre 5,5 et 6,5. Sa teneur en sels solubles se situe autour de 1,5-2,0 mS/cm, mesurée sur extrait de substrat saturé. Par conséquent, le mélange d'empotage final ne doit pas contenir plus de 25 % de ce matériau.

Turricules

Sous-produit de l'élevage des lombrics (vers de terre), ce matériau est riche en matière organique et sa structure est stable. Son pH est de 6,0-7,5 et sa teneur en sels solubles se situe entre 1,0 et 1,5 mS/cm. Son poids volumique apparent est d'environ 200 kg/m³. Utiliser ce produit dans un substrat avec modération (moins de 25 % du volume), pour améliorer la stabilité structurale et la porosité. Ce matériau est quelque peu hydrophobe, il peut contenir des graines de mauvaises herbes et est assez coûteux.

Sable

Même si, sur le plan technique, il s'agit d'un type de sol, le sable est assez souvent incorporé dans des mélanges sans sol à la seule fin de les lester. Il est en effet à peu près quinze fois plus lourd que les autres principaux composants (mousse de sphaigne, perlite et vermiculite). L'utilisation de sable comporte néanmoins certains inconvénients :

- son action abrasive sur les autres ingrédients réduit les interstices remplis d'air, si le malaxage est trop long;
- il est susceptible d'être infesté de phytopathogènes et doit donc être pasteurisé.

En revanche, le sable (tout comme la terre) améliore la capacité d'humidification du mélange. Selon sa provenance en Ontario, le sable possède souvent un pH élevé (environ 8,5), ce qui indique la présence de carbonates de calcium libres. Lorsqu'on utilise du sable, on doit tenir compte de sa capacité neutralisante.

Caractéristiques physiques d'un mélange sans sol

Un mélange sans sol, tout comme le sol, comporte trois grandes composantes : air, particules solides et eau. Les interstices remplis d'air, qui constituent l'espace poral ou espace lacunaire, sont nécessaires pour oxygéner les racines, assurer la nitrification et permettre une certaine activité microbienne. Les interstices d'un mélange complètent la portion eau, étant donné que l'air y remplace l'eau quand elle a été absorbée par les racines. Le rapport air-eau d'un mélange est déterminé par la taille des particules solides. Après un arrosage, l'air pénètre dans un

mélange grossier plus rapidement que dans un mélange plus fin, mais il ne s'y répartit pas toujours uniformément. Par conséquent, un mélange grossier comporte relativement plus d'interstices remplis d'air et moins d'interstices remplis d'eau qu'un substrat plus fin. Le manque d'air peut poser un problème lorsqu'on utilise un mélange à texture fine durant les périodes de l'année où la luminosité est faible. Un autre facteur qui influence le rapport air-eau est la hauteur du pot; plus le pot est haut, plus le rapport air-eau est grand, surtout dans le haut du pot.

Dans un mélange sans sol qui vient d'être arrosé, l'eau peut occuper jusqu'à 75 % du volume, les solides 5 à 10 % et l'air 15 à 20 %. Par contre, dans un substrat à base de terre, les solides occupent 50 % du volume, le reste étant divisé entre l'air et l'eau. Cette différence majeure fait en sorte que chacun de ces substrats nécessite une conduite différente. Le poids volumique apparent de la plupart des mélanges sans sol est d'environ 100-200 kg/m³. Le rétrécissement du substrat pose certaines difficultés à cause non seulement du changement des caractéristiques physiques, mais aussi à cause du volume requis dans un pot de grosseur donnée. La mousse de sphaigne et la laine de roche sont deux matériaux qui se tassent. En ajoutant au substrat une composante qui renforce la structure comme la perlite ou la vermiculite, ou en tassant le substrat au moment du remplissage des pots, on peut réduire la perte de volume.

Voir aussi le tableau 3–6, *Exemple d'un mélange sans sol avec amendements*, ci-contre.

Tableau 3–6. Exemple d'un mélange sans sol avec amendements

Ingrédients	Pourcentage (par unité de volume)
Mousse de sphaigne	50-60 %
Vermiculite, perlite, polystyrène, écorce, laine de roche granulaire	20-40 %
Turface® , Haydite® , sable	10-20 %
Amendements	**Quantité/m³ de mélange**
Chaux (dolomitique, fine)	3,5 kg
Superphosphate	1,5 kg
Nitrate de potassium (12-0-44) ou nitrate d'ammonium (34-0-0)	1,0/0,4 kg
Oligo-éléments OU substrat prémélangé (2-3-6 + oligoéléments)	0,25-0,5 kg, voir le fournisseur
Agent mouillant	100 mL

Préparation d'un mélange sans sol

Voici les points à considérer au moment de préparer un mélange sans sol :

- capacité de rétention d'eau;
- porosité non capillaire;
- biodisponibilité des éléments nutritifs;
- pouvoir tampon;
- poids;
- prix.

Le principal constituant de la plupart des mélanges sans sol est la mousse de sphaigne, car celle-ci possède des caractéristiques très favorables à la croissance. La qualité de la mousse de sphaigne est importante étant donné qu'elle est le principal ingrédient. Une mousse grossière renferme un espace poral naturel plus grand et peut entrer dans un mélange en plus forte proportion. Une mousse plus fine, dont l'espace poral est réduit, doit être en moins grande proportion dans le mélange final. Pour aérer le mélange et le structurer (qu'il rétrécisse moins), il est bon d'utiliser l'un ou plusieurs des ingrédients suivants : vermiculite, perlite, laine de roche granulaire ou fibre de coco. La vermiculite et la laine de roche sont d'excellents matériaux car ils augmentent la capacité de rétention d'eau ainsi que le pouvoir de réhumidification du mélange. On ajoute un troisième ingrédient (Turface®, Haydite® ou sable) pour ajouter du poids au mélange et augmenter son pouvoir tampon et/ou son espace poral.

On ajoute de la chaux (3,5 kg/m³ de mélange) pour porter le pH du mélange à un niveau acceptable (sur la base d'un mélange contenant 50 % de mousse de sphaigne). La quantité de chaux indiquée ne tient pas compte de l'effet neutralisant que peuvent avoir d'autres ingrédients (comme le Haydite® et le sable) ni de l'effet acidifiant de certains engrais (p. ex., nitrate d'ammonium). Une fois qu'on a préparé le mélange et qu'on l'a arrosé, il faut parfois une semaine pour que son pH se stabilise.

Lorsqu'on emploie de la chaux calcique, il faut faire un apport de magnésium sous forme de sels d'Epsom

(0,5 kg/m³). On ajoute du superphosphate pour l'apport en phosphore, en soufre et en calcium. S'il faut ajouter de l'azote et/ou du potassium, utiliser du nitrate de potassium (12-0-44) à raison de 0,5-1,0 kg/m³ ou du nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 0,3-0,5 kg/m³. L'ajout d'azote doit correspondre à environ 0,25-0,50 g d'azote par pot de 15 cm. Dans certains cas, on peut utiliser du nitrate de calcium comme source d'azote à raison de 0,5 kg/m³. On peut employer un mélange d'oligo-éléments comme Nutritrace pour ajouter les éléments-traces suivants : fer (Fe), cuivre (Cu), bore (B), zinc (Zn) et manganèse (Mn). Un surfactant non ionique comme Aqua-Grow® ou Agral-90 constitue un agent mouillant convenable. L'ajouter à l'eau et le pulvériser sur le mélange pour assurer une répartition uniforme. Parfois, une combinaison d'oligo-éléments et d'agent mouillant est offerte sous forme granulaire. Pour des raisons pratiques, bien des producteurs font mélanger au préalable les amendements par leur fournisseur de fertilisant. La plupart des ingrédients peuvent être mélangés quand ils sont secs. On peut utiliser des mélangeurs mécaniques à vis ou à tambour, mais en limitant le temps de malaxage des composants pour ne pas les pulvériser. Ajouter de l'eau pendant le mélange des ingrédients pour prévenir la formation de poussière et aider à stabiliser les particules. La plupart des producteurs utilisent des substrats artificiels constitués de mélanges sur mesure que les fournisseurs de mousse de sphaigne leur préparent en fonction de leurs besoins propres et leur livrent.

Caractéristiques chimiques d'un mélange sans sol

Une fois qu'un substrat est préparé, on doit toujours vérifier sa teneur en sels solubles (CÉ) et son pH. La mesure de la CÉ de la solution donne un indice de la valeur nutritive du mélange, tandis que la mesure du pH joue un rôle clé en déterminant la biodisponibilité des éléments nutritifs (voir la rubrique *Conductivité électrique,* p. 27). Le pH optimal des mélanges sans sol organiques se situe autour de 5,5 (± 0,5). Ce niveau contraste avec le pH de 6,5 qui est recommandé pour les mélanges à base de terre ou de terreau. Dans les mélanges renfermant de la mousse de sphaigne, un pH élevé (supérieur à 6,5) peut entraîner des carences en fer (Fe), en manganèse (Mn), en bore (B), en cuivre (Cu), en zinc (Zn) et en phosphore (P), tandis qu'un pH qui se situe entre 5,0 et 5,5 peut provoquer une carence en molybdène (surtout chez le poinsettia). L'ajout de nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 400 g/m³ peut abaisser le pH d'environ 0,5.

Mélanges prêts à l'emploi

La plupart des mélanges commerciaux ont été mis à l'épreuve et donnent de bons résultats si les cultures sont bien conduites. Pour comparer leurs prix avec ceux des mélanges maison, il faut faire entrer en ligne de compte, outre le prix des ingrédients, les coûts liés à la confection du mélange, à la machinerie, à l'entreposage et à la main-d'œuvre. Les exploitations de petite taille utilisent souvent des mélanges déjà préparés. Certains fabricants acceptent de préparer des mélanges selon les spécifications du producteur. En règle générale, les mélanges prêts à l'emploi contiennent les deux premiers ingrédients principaux indiqués dans le tableau 3–6, mais non le troisième (Turface® ou sable). La plupart ont un pH de 5,5 à 6,0 et une CÉ de 1,2 à 1,8 mS/cm (mesures prises sur extrait du mélange saturé), tandis que la capacité de rétention d'eau est d'environ 70 % du volume (mesurée à l'aide d'un pot de 15 cm de diamètre qu'on a totalement saturé puis laissé s'égoutter).

Composts

Certains producteurs peuvent décider d'utiliser des produits de compostage dans leur mélange sans sol, particulièrement dans le cas des cultures en pots cultivées au champ dans de gros contenants comme les vivaces. Les composts peuvent contenir des champignons et des bactéries antagonistes (qui attaquent certains phytopathogènes) ainsi que des micro-organismes utiles (comme les bactéries nitrifiantes). Certains fournisseurs vendent en vrac, à coût relativement intéressant, des composts faits d'assortiments de sous-produits organiques. Ces composts peuvent donner de bons résultats comme amendements, mais il est conseillé d'en vérifier le pH et la teneur en sels solubles avant de les utiliser.

Problèmes courants posés par les mélanges sans sol

- Un malaxage trop long des ingrédients d'un mélange sans sol a un effet abrasif sur les particules et détériore la structure du substrat. En règle générale, un malaxage de 3-5 minutes à 12-14 tr/min suffit.
- La réhumidification d'un substrat qu'on a laissé déshydrater est possible, quoique difficile. On peut soit faire plusieurs arrosages légers ou des brumisations, soit ajouter un agent mouillant à l'eau, à raison d'environ 1 mL/L d'eau tiède. Normalement, on ajoute l'agent mouillant au

moment de mélanger les ingrédients parce que la mousse de sphaigne est hydrophobe.

- Pendant les productions ayant une période de culture dépassant six à huit semaines, il faut ajouter un agent mouillant ou un surfactant pour assurer un mouillage uniforme dans chacun des contenants mais également dans l'ensemble de la culture. C'est un problème commun dans les cultures produites par sub-irrigation. Les agents mouillants se dégradent au cours du temps. Ajouter un agent mouillant par le système d'irrigation en respectant les doses recommandées par le fabricant. Deux des agents mouillants possibles sont Aqua-Grow 2000 L et Deluge.
- Si on a utilisé une dose excessive d'agent mouillant incorporé dans le substrat (de deux à trois fois la dose recommandée, par exemple), les plantes peuvent ne former que quelques racines longues et fines ou des racines qui n'arrivent pas à pénétrer dans le substrat. Il peut en résulter une chétivité générale des plants, chez les espèces sensibles, dont l'impatiente, le bégonia et le concombre.
- La prolifération des algues à la surface peut nuire à la levée des plantules et à la pénétration de l'eau et/ou contribuer à nourrir les mouches des terreaux. Certains fongicides peuvent réduire la prolifération d'algues. À mesure que les plants se développent, la surface du substrat reçoit de moins en moins de lumière, ce qui freine la croissance des algues. Des produits à base de peroxyde d'hydrogène comme Zerotol sont couramment utilisés. L'emploi d'une eau d'irrigation exempte d'algues contribue également à régler le problème.
- Les niveaux optimaux d'éléments nutritifs sont souvent plus élevés que dans un mélange à base de terre. Par conséquent, il est important de veiller à ce que la culture reste bien fertilisée. La teneur en sels solubles peut atteindre sans danger environ deux fois celles des mélanges à base de terre.
- Les symptômes d'une carence en magnésium se manifestent rapidement sur des cultures comme la tomate et le chrysanthème étant donné que cet élément n'est pas inclus dans la plupart des engrais « complets » hydrosolubles traditionnels. Une incorporation en préplantation ou des apports séparés de sels d'Epsom (sulfate de magnésium) ou de nitrate de magnésium peuvent contribuer à prévenir le problème.

Éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes

On peut diviser les éléments nutritifs en macro-éléments et en oligo-éléments, selon la quantité requise par les plantes (voir le tableau 3–7, *Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux,* ci-dessous, qui montre aussi la forme sous laquelle l'élément est assimilé par la plante et sa remobilisation à l'intérieur de celle-ci).

Tableau 3–7. Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux

Éléments	Forme	Mobilité dans les plantes*
Macro-éléments primaires		
Azote (N)	Azote ammoniacal (NH_4^+), azote des nitrates (NO_3^-)	Élevée
Phosphore (P)	Phosphate de dihydrogène ($H_2PO_4^-$)	Élevée
Potassium (K)	Ions potassium (K^+)	Élevée
Macro-éléments secondaires		
Calcium (Ca)	Ions calcium (Ca^{2+})	Faible
Magnésium (Mg)	Ions magnésium (Mg^{2+})	Élevée
Soufre (S)	Ions sulfates (SO_4^{2-}), dioxyde de soufre (SO_2)	De faible à moyenne
Oligo-éléments		
Fer (Fe)	Ions ferreux (Fe^{2+}), ions ferriques (Fe^{3+})	Faible
Manganèse (Mn)	Ions manganèse (Mn^{2+})	Faible
Cuivre (Cu)	Ions cuivre (Cu^{2+})	Faible
Zinc (Zn)	Ions zinc (Zn^{2+})	Faible
Molybdène (Mo)	Ions molybdates (MoO_4^{2-})	De moyenne à élevée
Bore (B)	Acide borique (H_3BO_3)	De faible à moyenne
Chlore (Cl)	Ions chlorures (Cl^-)	Élevée
Éléments utiles d'intérêt pour certaines cultures de serre**		
Silicium (Si)	H_4SiO_4	Faible
Aluminium (Al)	Ions aluminium (Al^{3+})	De moyenne à élevée

* Les éléments nutritifs sont généralement classés en fonction de leur capacité à se déplacer et à se remobiliser dans les végétaux. Les éléments nutritifs mobiles se déplacent des tissus sénescents ou des veilles feuilles (la source) vers des fleurs ou des feuilles en croissance (le puits) quand il n'y en a plus en quantités suffisantes dans le milieu racinaire. Les éléments nutritifs aptes à la remobilisation se dirigent vers les parties des plantes où ils sont le plus en demande, c.-à-d., vers les puits les plus importants. Par ordre décroissant, les puits les plus importants sont les suivants : fruits, fleurs, nouvelles feuilles, vieilles feuilles et racines.

** Le silicium et l'aluminium ont été inclus comme éléments utiles d'intérêt pour certaines cultures de serre. Il a été démontré que le silicium améliore le rendement de certaines cultures de serre, notamment celle du concombre, et réduit l'incidence de l'oïdium (blanc). Durant le forçage des hortensias, l'application d'aluminium au moment opportun et un pH faible sont nécessaires à la production de fleurs bleues.

Les éléments nutritifs considérés comme immobiles, à l'échelle des plantes entières, ne sortent généralement pas hors de l'organe qui constitue leur « destination ultime », ce qui se traduit par des symptômes de carence qui se manifestent sur les nouvelles pousses au fur et à mesure que la carence s'accentue dans le milieu racinaire.

Deux grands facteurs influencent la teneur en minéraux d'une plante. Le premier est d'ordre génétique; il explique pourquoi les teneurs en azote (N) et en potassium (K) de nombreuses plantes (4-6 %) sont à peu près dix fois plus élevées que les teneurs en phosphore (P) et en magnésium (Mg), qui, à leur tour, sont de cent à mille fois plus élevées que la teneur en la plupart des oligo-éléments.

Le second facteur est la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le substrat et la capacité de la plante à les absorber. Dans la pratique, c'est le seul facteur sur lequel il est possible d'agir. Jusqu'à un certain point, la teneur en éléments nutritifs d'une plante augmente de pair avec celle du substrat. Au-delà de ce niveau optimal, il n'y a aucun avantage à attendre d'une augmentation supplémentaire de la biodisponibilité.

Absorption et diffusion des éléments nutritifs indispensables à la croissance des plantes

Éléments non fertilisants

Le carbone est absorbé essentiellement sous forme de CO_2 par les stomates des feuilles. Il est par la suite transformé en matière organique sous l'effet de la photosynthèse. Dans une moindre mesure, le carbone peut aussi être absorbé sous forme de bicarbonate (HCO_3^-) à partir de la solution nutritive. L'eau est la principale source d'ions hydrogène, qui sont absorbés par les poils racinaires L'oxygène est absorbé comme le CO_2 pendant la journée et par les racines, sous forme d'oxygène dissous dans l'eau. Ensemble, ces éléments représentent environ 90 % du poids sec de la plupart des tissus végétaux.

Macro-éléments

En général, tous les macro-éléments à l'exception du calcium sont mobiles à l'intérieur de la plante. Les éléments nutritifs mobiles peuvent être véhiculés par le xylème et par le phloème jusqu'aux organes qui en ont le plus besoin, habituellement les pousses, les fleurs ou les bractées en croissance.

Macro-éléments primaires

Azote – les deux formes, l'azote ammoniacal (NH_4^+) et l'azote des nitrates (NO_3^-), peuvent être absorbées par les racines et métabolisées par les plantes. La vitesse d'absorption du NO_3^- est habituellement supérieure à celle du NH_4^+. Toutefois, cette vitesse dépend en grande partie du pH. L'absorption de NH_4^+ est favorisée par un substrat neutre et décroît lorsque le pH s'abaisse. L'inverse se produit pour le NO_3^-. Des concentrations élevées de glucides dans la plante (l'été, par exemple) favorisent l'absorption du NH_4^+. À l'intérieur du xylème, l'azote est transporté sous forme de nitrate et d'acides aminés. L'azote représente généralement entre 3,5 et 5,0 % du poids sec des tissus végétaux.

Phosphore – le gros du P est absorbé activement (à partir des concentrations très faibles qui se trouvent dans le sol jusqu'aux niveaux élevés qu'on trouve dans le xylème) sous forme de $H_2PO_4^-$. Le phosphore représente entre 0,3 et 0,6 % du poids sec des tissus végétaux.

Potassium – est prélevé, souvent activement, sous forme de K^+, et est mobile dans la plante. Il représente approximativement entre 4,0 et 5,5 % du poids sec des tissus végétaux, selon l'espèce.

Macro-éléments secondaires

Calcium – est absorbé passivement (à partir des concentrations élevées dans le sol jusqu'aux faibles concentrations qu'on trouve dans la plante) sous forme de Ca^{2+}. Le calcium qui se trouve dans la sève du xylème est transporté vers le haut, entraîné par le mouvement imprimé par la transpiration. Son déplacement dépend donc de la vitesse de transpiration et par conséquent de l'humidité (ou du déficit de tension de vapeur). L'absorption est aussi favorisée par le NO_3^-. Dans la plante, le calcium n'est pas mobile. Il représente généralement entre 1,0 et 1,5 % du poids sec des tissus végétaux.

Magnésium – la compétition exercée par les autres cations (p. ex., potassium et ammonium) est importante dans la détermination de la vitesse d'absorption du magnésium. Cet élément est absorbé passivement par le flux de transpiration mais son mouvement dans les racines peut être fortement

influencé par la concentration de potassium. Il est mobile dans le xylème quand les concentrations sont faibles, ce qui amène une dégradation des molécules de chlorophylle (dont il constitue l'ion central) dans les feuilles inférieures et son déplacement dans le xylème et le phloème vers les point végétatifs actifs. Le magnésium représente généralement entre 0,5 et 1,0 % du poids sec des tissus végétaux.

Soufre – les plantes absorbent le soufre principalement sous forme de sulfate (SO_4^{2-}). Son absorption peut se faire activement. Le soufre représente généralement 0,5 % du poids sec des tissus végétaux.

Oligo-éléments

Tous les oligo-éléments sont essentiellement immobiles. Ils peuvent être absorbés par les racines et transportés par le flux de la transpiration vers les différents organes de la plante. Par contre, la plante ne peut pas mobiliser les oligo-éléments qui se trouvent dans ses tissus pour les envoyer vers d'autres organes qui en auraient besoin.

Fer – son absorption est influencée par la vitesse du métabolisme de la plante ainsi que par la présence d'autres cations comme le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}). L'absorption du fer est freinée par un pH élevé, des dommages aux racines et de fortes concentrations de phosphate, de manganèse, de bore et de calcium; elle est favorisée par une teneur élevée en ammonium (NH_4^+). Le fer (Fe^{3+}) ne passe pas d'une partie de la plante à l'autre.

Manganèse – son absorption est influencée par le métabolisme de la plante (comme dans le cas du fer). Des températures du sol fraîches mènent à une faible activité métabolique et du coup à une absorption réduite (rosiers dans les lits de plantation l'hiver, par exemple). Le manganèse est relativement immobile dans la plante. Les tissus jeunes sont habituellement riches en Mn^{2+}. La biodisponibilité du manganèse est améliorée par un pH faible.

Cuivre – mêmes remarques que pour le fer et le manganèse. Le cuivre (Cu^{2+}) n'est pas très mobile à l'intérieur du plant, mais peut passer des feuilles plus vieilles vers des feuilles plus jeunes sous certaines conditions. On en trouve ordinairement de très faibles concentrations dans le plant comparativement à d'autres oligo-éléments.

Zinc – les chercheurs sont divisés sur la question de savoir si l'absorption du zinc (Zn^{2+}) est active ou passive, quoique la majorité d'entre eux la croient active. Le zinc a une forte interaction avec le cuivre. Le zinc n'est pas très mobile à l'intérieur de la plante.

Molybdène – on ne sait pas grand-chose au sujet du molybdène (MoO_4^{2-}), si ce n'est qu'il s'agit de l'élément dont les apports nécessaires comptent parmi les plus faibles. En floriculture, le poinsettia est l'une des rares espèces de plantes que l'on sait sensibles à de faibles concentrations de cet élément. Les carences sont souvent associées à de faibles pH et à des teneurs élevées du substrat en ammonium. Le molybdène est important pour le fonctionnement d'une enzyme qui joue un rôle crucial dans le métabolisme de la plante.

Bore – cet élément est probablement absorbé sous une forme non dissociée de l'acide borique (H_3BO_3) et suit le flux de l'eau absorbée par les racines. Il est immobile à l'intérieur de la plante et se concentre surtout dans les feuilles les plus vieilles. Les symptômes d'une carence en bore se manifestent aux extrémités de la plante et ceux d'une toxicité dans les vieilles feuilles.

Chlore – cet élément est facilement absorbé par les plantes sous forme d'ions chlorures (Cl^-). Il est très soluble et très mobile. Les ions chlorures interviennent dans la régulation stomatique et la photosynthèse. Une très grande sensibilité à de fortes concentrations d'ions chlorures est observée, particulièrement au stade de plantules, chez la plupart des cultures de serre et à tous les stades de croissance chez les fougères, les dracaenas et les lis.

Analyse des éléments nutritifs

Des laboratoires de l'Ontario peuvent effectuer l'analyse de l'eau, des substrats et des tissus végétaux pour en connaître la teneur en éléments nutritifs (voir l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture,* p. 172).

Eau

L'eau non traitée utilisée pour l'irrigation peut contenir tous les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes. On ne peut toutefois rajuster les teneurs de chacun d'eux qu'à partir des résultats d'une analyse.

L'analyse indiquera si la source d'eau convient à l'irrigation ou si les concentrations d'ions spécifiques comme les ions sodium (Na), les ions fluorures (F^-) ou le bore (B) peuvent être trop élevées. En plus du pH, il faut connaître la concentration de bicarbonates (ppm ou meq/L), pour pouvoir calculer la quantité d'acide nécessaire à l'obtention du pH recherché. Le tableau 3–8, *Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre,* ci-dessous, indique les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes et leur teneur souhaitable dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation.

Tableau 3–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre

Élément	Concentration maximale souhaitable (ppm)
Azote (NO_3^-)	5
Phosphore ($H_2PO_4^-$)	5
Potassium (K^+)	5
Calcium (Ca^{2+})	120
Magnésium (Mg^{2+})	25
Chlorure (Cl^-)	100
Sulfate (SO_4^{2-})	200
Bicarbonate (HCO_3^-)	30-60
Sodium (Na^+)	60
Fer (Fe^{3+} ou Fe^{2+})	5
Bore (B)	0,5
Zinc (Zn^{2+})	0,5
Manganèse (Mn^{2+})	1,0
Cuivre (Cu^{2+})	0,2
Aluminium (Al^{3+})	5
Molybdène (Mo)	0,02
Fluorure (F^-)	1
pH (H^+)	5,0-7,0

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée et adaptée au fil du temps par les spécialistes de la serriculture de l'Université de Guelph et du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAARO).

Voici quelques remarques générales concernant les divers éléments nutritifs :

N, P, K – Même si l'azote, le phosphore et le potassium sont des éléments fertilisants, leur présence en concentrations élevées dans l'eau non traitée est un signe de contamination.

$Ca2^+$ et Mg^{2+} – Les concentrations maximales souhaitables indiquées ci-dessus comblent adéquatement les besoins nutritifs de la plupart des cultures. Des valeurs plus élevées n'entraînent pas nécessairement des réactions de toxicité, mais peuvent contribuer à la dureté de l'eau et à la formation de composés insolubles à l'extrémité des goutteurs.

HCO_3^- – La plupart des sources d'eau du sud de l'Ontario ont une teneur en bicarbonates (HCO_3^-) supérieure à la fourchette indiquée. Les bicarbonates ne sont pas très toxiques, mais des concentrations de 250 ppm ou plus peuvent nuire à la croissance des plantes. Des niveaux élevés de bicarbonates s'accompagnent d'un niveau d'alcalinité (pH) élevé, qui, avec le temps, peut élever le pH du substrat. Un autre inconvénient est la précipitation du calcium et/ou des carbonates de magnésium qui laisse des résidus sur les feuilles et encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. De fortes concentrations de bicarbonates se neutralisent à l'aide d'acide nitrique, phosphorique ou sulfurique (voir la rubrique *Correction du pH*, p. 33).

Fe^{3+} – Dans sa forme oxydée, le fer a une faible solubilité et peut donc facilement précipiter sous forme d'hydroxyde de fer amorphe qui encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. Dans les serres avec irrigation goutte-à-goutte, les teneurs supérieures à 0,25 ppm sont donc déconseillées.

B – Le bore peut être assez toxique pour les plantes et doit être surveillé de près dans les substrats (moins de 0,5 ppm) ainsi que dans les systèmes où l'eau est recyclée (moins de 0,25 ppm).

Zn^{2+} – Le zinc se retrouve dans les sources d'eau qui ont été en contact avec du métal galvanisé sans revêtement (l'eau de pluie provenant du toit de la serre lorsque les gouttières sont en métal galvanisé non traité). Ici encore, les ions peuvent s'accumuler dans les réseaux de recirculation de l'eau.

Mn^{2+} – Bien que le manganèse ne pose pas souvent problème, sauf sous des conditions particulières (p. ex., pasteurisation à la vapeur), on croit qu'il est toxique à des concentrations élevées, lorsqu'il s'accumule dans les tissus végétaux les plus âgés.

Cu^{2+} – Les concentrations de cuivre peuvent dépasser (jusqu'à 0,5 ppm) la valeur de 0,2 ppm recommandée au tableau 3-8, p. 43, si l'on se sert de substrat organique plutôt que de substrat inerte.

Al^{3+}, Mo, Cl^{-}, F^{-} – L'aluminium, le molybdène et les fluorures ne sont pas des éléments qu'on retrouve souvent en fortes concentrations dans les sources d'eau. Toutefois, les chlorures et les fluorures peuvent nuire gravement aux cultures monocotylédones (lis, dracaenas, plante-araignée). Les produits de nettoyage employés pour enlever le badigeon sur le toit des serres ne doivent pas être évacués vers une eau de surface, une citerne ni un étang, car ils contiennent souvent des fluorures.

pH – Bien que les ions hydrogène ne soient pas considérés comme des éléments nutritifs, il est important d'en tenir compte étant donné que la biodisponibilité de la plupart des éléments nutritifs est liée au pH. Par exemple, la plupart des ions chargés positivement, tels que le fer (Fe), le manganèse (Mn), le calcium (Ca), ainsi que les phosphates, sont plus solubles (et donc plus assimilables par la plante) à un pH faible, tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. La plupart des sources d'eau en Ontario ont un pH d'environ 7,5, en raison des teneurs élevées en bicarbonates. L'acidification peut être nécessaire (voir la rubrique *Correction du pH,* p. 33). Un pH inférieur à 5,0 détériore la structure des plaques de laine de roche et peut donner des racines grosses et courtes.

Voir à l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture,* p. 172, la liste des laboratoires de l'Ontario à même d'effectuer des analyses de l'eau, des solutions nutritives et des substrats.

Dosage des mélanges sans sol

Pendant longtemps, la méthode la plus utilisée pour doser les éléments nutritifs était la méthode appelée « Spurway » ou méthode de l'extrait de substrat dilué (1 volume de substrat pour 2 volumes d'eau). Aujourd'hui, en Amérique du Nord, c'est la méthode de l'extrait de substrat saturé à l'eau distillée qui est la plus utilisée. Elle dose les éléments nutritifs directement dans l'extrait. Elle permet d'estimer la quantité d'éléments nutritifs facilement assimilable qui se trouve dans la zone racinaire.

Échantillonnage du substrat

Sol – À l'aide d'une sonde, prélever une vingtaine d'échantillons de la zone étudiée (couche ou planche) à une profondeur d'environ 10-25 cm et bien mélanger les échantillons ainsi prélevés. De ce mélange, prélever un échantillon représentatif (environ 600 g), le déposer dans un sac de plastique et l'expédier à un laboratoire qui offre le service d'analyse selon la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir la rubrique *Comment mesurer la CÉ d'un substrat,* p. 29, et l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture*, p. 172). Des frais sont exigés pour ce service. Dans le cas des cultures saisonnières, bien analyser le sol avant la mise en culture. Faire faire l'analyse suffisamment à l'avance (au moins 10 jours) pour pouvoir corriger le pH et la fertilisation avant la mise en culture.

Substrat d'empotage – N'échantillonner que les deux tiers inférieurs du substrat d'empotage; ne pas inclure la couche superficielle, surtout si l'on pratique la sub-irrigation. Mélanger 8-10 échantillons, en prélever une quantité représentative d'environ 600 g et la faire parvenir au laboratoire dans un sac de plastique. Les producteurs devraient mesurer eux-mêmes la CÉ et le pH (entre les échantillonnages périodiques soumis au laboratoire) dans l'eau de percolation recueillie après l'arrosage abondant d'un certain nombre de pots avec de l'eau distillée ou faire eux-mêmes leur propre analyse par la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir la rubrique *Comment mesurer la CÉ d'un substrat,* p. 29). Les résultats obtenus seront très proches de

ceux que le laboratoire obtient à l'aide de la même méthode (voir la rubrique *Interprétation des mesures de la CÉ,* p. 29) et donnent une bonne indication du niveau de fertilité global, mais non des teneurs en éléments individuels. Pour suivre l'évolution des teneurs en éléments nutritifs dans le substrat, prélever des échantillons toutes les deux semaines.

Pour savoir comment interpréter les résultats et rajuster les paramètres du substrat, consulter un spécialiste de la floriculture de serre.

Analyse foliaire

En floriculture, l'analyse foliaire sert surtout d'outil diagnostique pour vérifier les symptômes de carence ou de toxicité, mais elle peut aussi servir à surveiller les niveaux d'éléments nutritifs au cours de la période de culture. Différentes parties de la plante renferment différents niveaux d'éléments nutritifs, mais l'analyse des tissus foliaires est le plus couramment utilisée pour diagnostiquer la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol. La concentration de minéraux dans les plantes est habituellement exprimée en pourcentage par rapport au poids pour les macro-éléments (azote, phosphore, potassium, etc.) et en milligrammes par gramme (mg/g) ou parties par million (ppm) de matière sèche végétale pour les oligo-éléments (fer, manganèse, cuivre, zinc, bore, molybdène). L'âge des parties des plantes a aussi son importance. Les jeunes tissus ont tendance à avoir une teneur plus élevée en azote, phosphore et potassium que les tissus plus vieux, lesquels ont généralement des teneurs plus élevées en calcium, manganèse, fer et bore. Il faut donc récolter les feuilles entièrement déployées qui ont été les dernières à parvenir à maturité si l'on fait faire régulièrement des analyses foliaires dans le but d'évaluer la teneur en éléments nutritifs.

L'analyse foliaire évalue souvent de façon plus précise les teneurs en oligo-éléments dans les plantes ou le programme de fertilisation que l'analyse du substrat. On prélève les feuilles parmi celles qui sont récemment parvenues à maturité sur plusieurs plants, sauf exception (habituellement, 30-50 feuilles suffisent). On ne doit pas prélever les feuilles qui présentent des anomalies, à moins qu'on veuille en diagnostiquer la cause, auquel cas, on constitue un échantillon distinct. S'assurer que les échantillons ne sont pas contaminés par des pesticides ou des applications foliaires de fertilisant. En cas de doute, rincer les feuilles avec de l'eau distillée et attendre qu'elles soient sèches avant de les emballer et de les faire parvenir au laboratoire. Expédier les échantillons de feuilles dans des sacs de papier pour éviter la pourriture des feuilles durant le transport.

Le tableau 3–9, *Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus,* p. 46, indique les fourchettes dans lesquelles doivent se situer les concentrations d'éléments nutritifs pour certaines cultures florales. Divers facteurs peuvent faire varier ces concentrations : l'âge de la plante, la position des feuilles sur le plant (partie supérieure ou inférieure du plant), le cultivar, la saison, le programme de fertilisation, le nombre de jours depuis la fertilisation, le pH du substrat, l'application d'un régulateur de croissance, la présence de maladie et la température. Les concentrations des éléments nutritifs nécessaires aux différentes plantes sont données uniquement à titre indicatif.

Partie de la plante à échantillonner :

- chrysanthème – feuilles supérieures des rameaux florifères à maturité;
- exacum – extrémité des rameaux avec une paire de feuilles à maturité et toutes les feuilles non arrivées à maturité;
- rosier – feuille à cinq folioles la plus haute sur les tiges florales;
- autres cultures – la feuille la plus récemment arrivée à maturité et complètement étalée.

Tableau 3–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus

Plante	Azote (%)	Phosphore (%)	Potassium (%)	Calcium (%)	Magnésium (%)	Fer (ppm)	Manganèse (ppm)	Zinc (ppm)	Cuivre (ppm)	Bore (ppm)
Alstroemeria spp.	3,8-7,6	0,3-0,7	3,7-4,8	0,6-1,4	0,2-0,4	175-275	60-90	35-70	5-15	10-50
Azalée	2,2-2,8	0,2-0,5	0,7-1,6	0,2-1,6	0,1-0,6	50-150	30-300	5-60	5-15	15-100
Bégonia multiflora	4,4-5,2	0,3-0,4	3,4-4,2	1,3-2,1	0,6-1,0	100-260	90-355	50-65	10-15	30-40
Bégonia Rieger	3,4-4,6	0,4-0,8	2,0-3,5	0,7-2,4	0,3-0,8	80-390	35-190	20-30	5-10	35-130
Cactus de Noël (Schlumbergera)	2,7-3,7	0,5-0,9	6,2-7,1	0,7-0,9	1,6-2,2	105-110	35-130	50-65	10-15	65-70
Caladium	3,6-4,9	0,4-0,7	2,3-4,1	1,1-1,6	0,1-0,3	65-90	110-135	125-135	5-10	95-145
Calla	2,9-3,0	0,3-0,4	3,9-4,4	0,9-1,1	0,3-0,4	95-130	635-690	30-45	5-10	30-40
Chrysanthème	4,0-6,0	0,2-1,2	1,0-10,0	0,5-4,6	0,1-1,5	20-750	25-375	5-35	5-50	20-200
Dieffenbachia	3,0-4,0	0,7-1,0	6,4-8,2	1,9-2,4	0,4-0,8	50-300	50-300	40-200	3,5-30	10-30
Exacum	3,8-5,3	0,3-0,7	2,3-3,4	0,5-0,8	0,4-0,7	55-155	70-165	25-85	5-75	25-60
Ficus benjamina	2,0-2,5	0,2-0,4	2,1-2,5	1,7-2,5	0,3-0,4	50-200	25-100	20-75	5-10	20-40
Freesia	2,7-5,6	0,4-1,2	3,1-5,9	0,4-1,0	0,3-1,8	80-115	30-540	40-110	5-130	30-100
Fuchsia	2,8-4,6	0,4-0,6	2,2-2,5	1,6-2,4	0,4-0,7	95-335	75-220	30-45	5-10	25-35
Géranium de semence	3,7-4,8	0,3-0,6	3,3-3,9	1,2-2,1	0,2-0,4	120-340	110-285	35-60	5-15	35-60
Géranium lierre	3,4-4,4	0,4-0,7	2,8-4,7	0,9-1,4	0,2-0,6	115-270	40-175	10-45	5-15	30-280
Gerbera	3,3-4,1	0,3-0,7	3,1-3,9	0,9-4,2	0,3-2,8	80-130	65-260	30-80	5-10	25-50
Gloxinia	3,3-3,8	0,3-0,5	4,5-5,0	1,5-2,2	0,4-0,5	70-150	95-170	20-35	5-20	30-35
Hibiscus	3,5-4,5	0,2-0,6	2,0-2,9	1,9-2,3	0,5-0,7	60-75	135-180	35-50	5-10	20-25
Hortensia	2,0-3,8	0,3-2,5	2,5-6,3	0,8-1,5	0,2-0,4	85-115	100-345	50-105	5-10	35-50
Impatiente commune	4,3-5,3	0,6-0,8	1,8-2,8	2,9-3,3	0,6-0,8	405-685	205-490	65-70	10-15	45-95
Impatiente de Nouvelle-Guinée	3,3-4,9	0,3-0,8	1,9-2,7	1,9-2,7	0,3-0,8	160-890	140-245	40-85	5-10	50-60
Kalanchoe	2,5-5,0	0,2-0,5	2,0-4,8	1,1-4,5	0,4-1,0	75-200	60-250	25-80	5-20	30-60
Lis de Pâques	2,4-4,0	0,1-0,7	2,0-5,0	0,2-4,0	0,3-2,0	100-250	50-250	30-70	5-25	20-50
Muflier	4,0-5,3	0,2-0,6	2,2-4,1	0,5-1,4	0,5-1,0	70-135	60-185	30-55	5-15	15-40
Nephrolepis spp.	1,7-2,5	0,3-0,6	2,5-3,9	0,9-1,3	0,6-0,7	30-300	49-181	52-149	10-15	20-40
Œillet	3,0-5,0	0,1-0,5	2,0-6,0	0,6-2,0	0,2-0,6	30-150	30-445	15-75	5-30	20-400
Pélargonium à feuilles zonées (P. zonale)	3,8-4,4	0,3-0,5	2,6-3,5	1,4-2,0	0,2-0,4	110-580	270-325	50-55	5-15	40-50
Pélargonium à grandes fleurs (*P. domesticum*)	3,0-3,2	0,3-0,6	1,1-3,1	1,2-2,6	0,3-0,9	120-225	115-475	35-50	5-10	15-45
Pervenche	4,9-5,4	0,4-0,6	2,9-3,6	1,4-1,6	0,4-0,5	95-150	165-300	40-45	5-10	25-40
Pétunia	2,8-5,8	0,5-1,2	3,5-5,5	0,6-4,8	0,3-1,4	40-700	90-185	30-90	5-45	20-50
Poinsettia	4,0-6,0	0,2-1,0	1,5-5,0	0,4-2,0	0,2-1,0	100-300	45-300	25-150	5-15	20-200
Primevère	2,5-3,3	0,4-0,8	2,1-4,2	0,6-1,0	0,2-0,4	75-155	50-80	40-45	5-10	30-35
Rosier	3,0-5,0	0,2-0,3	1,8-3,0	1,0-1,9	0,2-0,4	50-150	30-900	15-50	5-25	20-60
Streptocarpus spp.	2,0-3,5	0,1-0,7	4,8-5,5	1,2-1,9	0,3-0,5	90-260	130-300	85-130	15-20	55-65
Violette africaine	2,2-2,7	0,2-0,9	1,5-6,0	0,6-1,7	0,7-1,1	70-320	35-490	20-80	5-30	30-200

Source : Données colligées par R.E. Widmer, juin 1985. Données augmentées et mises à jour par J.M. Dole et H.F. Wilkins, University of Minnesota, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, octobre 1988. Valeurs tirées du guide *Values for Nutrient Element Contents of Vegetables and Flowers under Glass*, Glasshouse Crops Research Stations, Aalsmeer and Naaldwijk, 1987.

Symptômes de carence nutritive

(Source : *Diagnosing Nutrient Disorders in Greenhouse Crops,* C. Rosen et J. Erwin, University of Minnesota).

Interactions entre les éléments nutritifs

Les cultures de serre sont souvent sujettes aux troubles nutritionnels pour plusieurs raisons : la rapidité de leur croissance, les besoins différents d'une espèce à l'autre, le volume restreint des racines dans les contenants, la réserve limitée d'éléments nutritifs dans le substrat de culture. Tant la quantité que l'équilibre des éléments nutritifs fournis à la plante jouent un rôle important dans la production de cultures de haute qualité. L'augmentation ou la diminution d'un élément nutritif de la solution peut nuire à l'absorption d'un autre élément nutritif ou à sa migration à l'intérieur de la plante. Bien que les interactions entre les éléments nutritifs puissent être positives ou négatives, ce sont habituellement les interactions négatives qui ont été le mieux étudiées.

Voici les deux situations où l'on doit se préoccuper des interactions entre éléments nutritifs :

- lorsque les concentrations de deux éléments sont à la limite de l'état de carence;
- lorsqu'un élément est en quantité excessive tandis qu'un autre élément est tout juste suffisant.

La nature exacte de l'interaction dépend des éléments nutritifs en jeu et de l'espèce végétale. Elle peut résulter d'une réaction de précipitation dans la solution de sol ou d'une concurrence pendant l'absorption, la migration ou la fonction métabolique des ions (voir le tableau 3–10, *Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs,* ci-contre). Dans bien des cas, le mécanisme de l'interaction n'a pas encore été entièrement élucidé. Ces effets antagonistes prennent de l'ampleur lorsque la concentration d'un élément nutritif est faible relativement à celle de l'élément nutritif ou de l'élément qui peut déclencher l'interaction.

Tableau 3–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs

Une concentration excessive des éléments suivants dans le substrat ou les tissus :	Risque d'entraîner une carence en :
Ammonium	Calcium, molybdène
Nitrate	Potassium
Phosphore	Fer, zinc, cuivre
Potassium	Magnésium, calcium
Calcium	Magnésium, bore
Magnésium	Potassium, calcium
Manganèse	Fer
Fer	Manganèse
Zinc	Manganèse, fer
Cuivre	Manganèse, fer, zinc

Étudier les interactions entre les éléments nutritifs ou antagonismes et le juste équilibre des éléments nutritifs en tenant compte des concentrations disponibles. À la suite de leur absorption et de leur diffusion, les éléments nutritifs peuvent interagir pour supprimer l'activité d'autres éléments en moins grandes concentrations dans les tissus foliaires. Le même phénomène se produit durant l'absorption des éléments nutritifs présents dans la solution fertilisante, surtout quand les teneurs des éléments moins importants frôlent la limite inférieure de la fourchette acceptable et d'autres sont présents en assez grande quantité. L'apport en éléments nutritifs est important étant donné qu'on peut atteindre des ratios optimaux dans les tissus des plantes que lorsque les deux éléments sont présents dans la solution fertilisante.

Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel

Il ne faut pas perdre de vue que dès l'instant où des plantes portent des symptômes visibles de déséquilibre nutritionnel, leur qualité marchande peut déjà avoir baissé. Il faut s'astreindre à des programmes d'analyses de sol rigoureux pour détecter tôt les problèmes, avant d'en constater les dégâts.

Dans la plupart des cas, les troubles nutritionnels produisent une séquence de symptômes bien définie qui est caractéristique de l'élément en cause. Généralement, une carence en éléments qui sont mobiles dans la plante se manifeste en premier sur les feuilles les plus vieilles (celles du bas), alors

qu'une carence en éléments immobiles s'extériorise en premier sur les feuilles jeunes (celles du haut). Dans certains cas, les symptômes d'une maladie ou d'une intoxication par un pesticide peuvent ressembler aux symptômes de carence ou de toxicité causés par les éléments nutritifs.

Imaginer la partie aérienne des plantes comme étant constituée de trois régions clés qui sont, de haut en bas : la région 1, le point végétatif et les jeunes feuilles qui se déploient; la région 2, les feuilles nouvellement ou récemment déployées; la région 3, les feuilles les plus vieilles du plant, à partir desquelles la plupart des ramifications latérales se forment.

De plus, les symptômes de déséquilibre nutritionnels sont souvent propres à certaines espèces et à certains cultivars. Des analyses de sol et des tissus peuvent aider à confirmer que les symptômes observés sont liés à un déséquilibre des éléments nutritifs.

Les symptômes de carence et/ou de toxicité dont il sera question dans les paragraphes suivants (en ce qui concerne l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium et le soufre) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles inférieures et gagnent les feuilles plus jeunes au fur et à mesure que le problème s'aggrave.

Azote

Carence

- Les feuilles pâlissent et jaunissent.
- Les feuilles les plus vieilles sont les premières touchées, mais dans les cas graves, toute la plante peut jaunir. La plante souffre d'un retard de croissance. Les symptômes ressemblent beaucoup à ceux de la carence en soufre.

Excès d'ammonium

- Rabougrissement du plant.
- Jaunissement des feuilles.
- Nécrose du bord des feuilles.
- Dépérissement du point végétatif.
- Une concentration élevée d'ammonium (généralement pendant les mois d'hiver) nuit à l'absorption et/ou à la diffusion du potassium, du magnésium et du calcium, ce qui entraîne une carence en calcium et une réduction des concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Excès de nitrates

- La plupart des plantes tolèrent des concentrations élevées de nitrates sans présenter de symptômes.
- Les nitrates améliorent l'absorption du phosphore et du potassium.
- Des concentrations excessives de nitrates stimulent la croissance végétative, ce qui risque de retarder la floraison.

Phosphore

Carence

- Les feuilles prennent une coloration rouge-violet; les feuilles inférieures sont jaunâtres.
- Les feuilles du bas sont les premières touchées; la nécrose et la chute des feuilles sont à craindre si la carence est sévère.
- La croissance ralentit.
- Dans un mélange sans sol, la carence peut être imputable à un pH élevé (> 7,4) ou faible (< 5,0).

Excès

- Peut entraîner des symptômes de carence en oligo-éléments en empêchant l'absorption et/ou la diffusion du fer, du zinc et du cuivre, probablement par suite de la précipitation des phosphates.

Potassium

Carence

- Des taches grises ou ocre apparaissent près du bord des feuilles.
- Les feuilles les plus vieilles sont touchées les premières; elles présentent un roussissement caractéristique de la pointe et du bord des feuilles.
- Chez certains plants, des taches ou chloroses peuvent apparaître entre les nervures.
- La croissance peut être buissonnante.

Excès

- À de très fortes concentrations, peut causer des brûlures par le sel qui se manifestent sur le pourtour des feuilles.

- Si les concentrations de magnésium sont faibles, un excès de potassium entraîne une carence en magnésium.

Magnésium

Carence

- Les feuilles les plus vieilles jaunissent entre les nervures (chlorose internervaire).
- Dans les cas graves, les jeunes feuilles sont également touchées, tandis que les vieilles feuilles peuvent présenter des taches nécrotiques, puis finissent par tomber.
- La carence en magnésium peut être provoquée par des concentrations élevées de potassium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de magnésium sans manifester de symptômes.
- Des concentrations élevées de magnésium peuvent entraîner des carences en potassium et en calcium dans les tissus végétaux.

Soufre

Carence

- Jaunissement généralisé du plant et, souvent, des nervures des feuilles.
- Symptômes similaires à ceux d'une carence en azote.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de soufre; par contre, elles absorbent alors moins bien le molybdène.

Les symptômes suivants de carence et/ou de toxicité (en ce qui concerne le calcium, le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles les plus jeunes (aux extrémités).

Calcium

Carence

- Dépérissement possible des points végétatifs.
- Symptômes présents d'abord sur les feuilles les plus jeunes.
- Dépérissement des extrémités des racines; ralentissement de la croissance racinaire.
- Chez certains plants, les bords ou les pointes des feuilles jaunissent ou prennent un aspect brûlé.
- De fortes concentrations d'ammonium et des conditions de croissance excessivement humides ou sèches peuvent entraîner une carence en calcium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de calcium sans présenter de symptômes.
- Des teneurs élevées en calcium peuvent abaisser les concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Bore

Carence

- Les carences se manifestent habituellement sur les tissus les plus jeunes (région 1).
- Les jeunes feuilles sont souvent vert foncé, épaisses et cassantes.
- Les points végétatifs meurent et les feuilles paraissent petites et difformes; il se forme des tiges multiples. Sur les rosiers, apparaît souvent un balai de sorcière.

Excès

- Peut être extrêmement toxique pour certaines plantes.
- Se traduit habituellement par une chlorose suivie d'une nécrose ou du roussissement des bords des vieilles feuilles (région 3) entre les nervures.

Cuivre

Carence

- Jaunissement ou dépérissement des jeunes feuilles (région 1).
- Jaunissement occasionnel du limbe entre les nervures.
- Les feuilles se développent mal, s'allongent, mais restent étroites.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en cuivre.

Excès

- Peut conduire à une carence en fer et nuire à la croissance du système racinaire.

Fer

Carence

- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes (région 1), tandis que les nervures restent vertes (chlorose internervaire); les feuilles peuvent aussi virer entièrement au jaune ou au blanc et se nécroser.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en fer.
- Une mauvaise oxygénation consécutive à un arrosage trop abondant induit une chlorose ferrique.
- Une carence en fer se manifeste quand le pH est trop élevé ou que le sol est trop froid. Quand la carence est causée par un pH élevé, il est recommandé d'utiliser un chélate de fer EDDHA (le plus puissant pour la fourchette de pH la plus étendue) pour corriger les symptômes de carence en fer.

Excès

- La plupart des plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de fer sans en souffrir.
- Les taches chlorotiques finissent par devenir brun rougeâtre ou noires et les tissus malades par se détacher (région 3).
- Des concentrations élevées de fer peuvent provoquer une carence en magnésium chez certaines plantes.

Manganèse

Carence

- Mêmes symptômes que pour une carence en fer.
- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes; habituellement, les feuilles ne présentent pas de taches blanches ni de nécroses.
- En général, seules les nervures principales restent vertes, ce qui donne à la feuille l'allure d'une arête de poisson.
- La carence en manganèse se manifeste lorsque le sol est trop froid et/ou a un pH trop élevé.

Excès

- Apparition de taches brun rougeâtre ou noires entre les nervures des feuilles du bas (région 3); jaunissement des feuilles.
- L'excès de manganèse se produit quand le pH est faible.

Molybdène

Carence

- Les jeunes feuilles à maturité pâlissent, se déforment et deviennent étroites et filiformes.
- Les jeunes feuilles à maturité peuvent présenter des symptômes de chlorose internervaire et d'enroulement des bords; tôt ou tard, le tissu jaunissant se nécrose (région 2).
- Chez certains plants, le bord des feuilles est roussi.
- Les symptômes se manifestent le plus souvent dans des conditions de faible pH.
- L'absorption du molybdène est favorisée par le phosphore et le magnésium, alors qu'elle est freinée par une concentration élevée de soufre.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des teneurs élevées en molybdène sans que des symptômes se manifestent.

Zinc

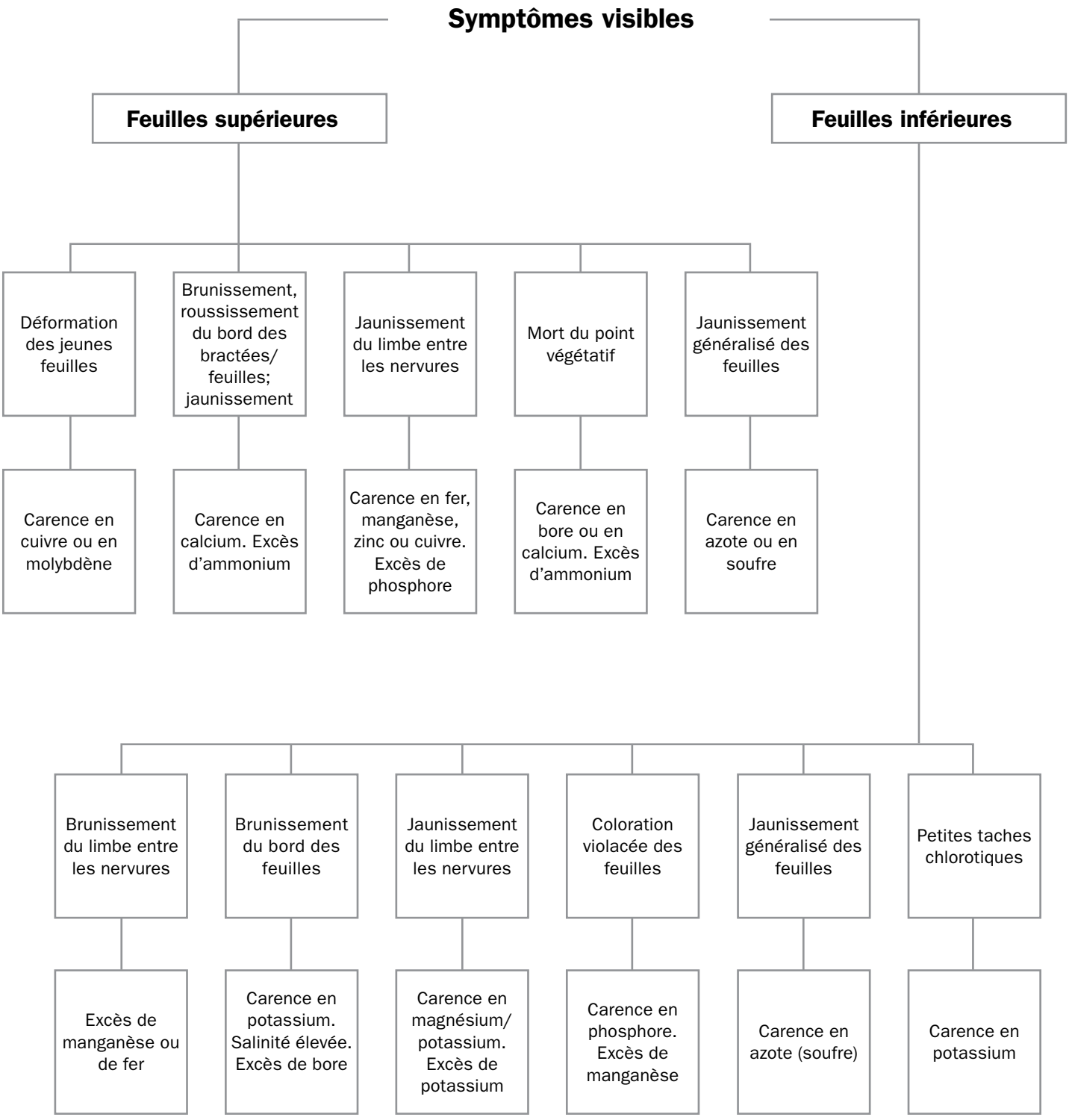
Carence

- Les feuilles les plus jeunes sont affectées les premières et peuvent présenter des signes de jaunissement internervaire.
- D'autres symptômes sont possibles, dont des entre-nœuds courts et des feuilles en rosette.
- Des niveaux élevés de phosphore peuvent amener une carence en zinc.
- La carence en zinc se manifeste dans des conditions de pH élevé.

Excès

- Peut, chez certaines plantes, nuire à l'absorption du phosphore et du fer.
- Survient sous des pH faibles.
- Nuit à la croissance des racines et au développement des feuilles.

Figure 3–1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre


Symptômes visibles
Feuilles supérieures
Feuilles inférieures
Déformation des jeunes feuilles
Brunissement, roussissement du bord des bractées/ feuilles; jaunissement
Jaunissement du limbe entre les nervures
Mort du point végétatif
Jaunissement généralisé des feuilles
Carence en cuivre ou en molybdène
Carence en calcium. Excès d'ammonium
Carence en fer, manganèse, zinc ou cuivre. Excès de phosphore
Carence en bore ou en calcium. Excès d'ammonium
Carence en azote ou en soufre
Brunissement du limbe entre les nervures
Brunissement du bord des feuilles
Jaunissement du limbe entre les nervures
Coloration violacée des feuilles
Jaunissement généralisé des feuilles
Petites taches chlorotiques
Excès de manganèse ou de fer
Carence en potassium. Salinité élevée. Excès de bore
Carence en magnésium/ potassium. Excès de potassium
Carence en phosphore. Excès de manganèse
Carence en azote (soufre)
Carence en potassium

4. Lutte intégrée contre les ravageurs et santé des cultures

Le présent chapitre traite de la santé des cultures et des outils de lutte intégrée (LI) contre les insectes, les acariens et les maladies. La lutte intégrée fait appel à toutes les stratégies de lutte disponibles pour maintenir les populations de ravageurs sous le seuil de tolérance économique. La pratique qui consistait jadis à recourir systématiquement aux pesticides pour ne courir aucun risque a engendré un certain nombre de problèmes, dont :

- la résistance des organismes visés (traitée plus en détail sous le titre *Lutte culturale* plus loin dans ce chapitre)
- des problèmes environnementaux liés à la contamination des eaux souterraines et à la pollution, qui commandent de réduire l'utilisation et l'application des pesticides à mauvais escient et de privilégier les produits les plus sûrs pour l'environnement
- des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs à la suite des risques d'exposition aux produits eux-mêmes ou aux résidus de pesticides dans les serres. Voir le chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario,* p. 1, et le chapitre 2, *Emploi sécuritaire des pesticides,* p. 13, pour plus de détails sur la façon de manipuler les pesticides sans danger.

Pour éradiquer les ravageurs et prévenir les problèmes d'infestation, la LI passe par la mise en œuvre d'un programme intégré plutôt que par un simple programme de pulvérisation de pesticides. La lutte intégrée se fonde sur les principes suivants :

- programme systématique et bien structuré de dépistage des ravageurs qui détermine le processus de prise de décision
- lutte culturale (hygiène, gestion des paramètres d'ambiance et cultivars résistants)
- lutte physique incluant l'exclusion des ravageurs au moyen de stratégies telles que le choix de plants exempts de maladies, l'installation de moustiquaires contre les insectes nuisibles volants et piégeage de masse
- lutte biologique
- lutte chimique

Le programme de lutte intégrée devrait avant tout répondre aux objectifs suivants :

- réduire les risques d'introduction des ravageurs dans la culture
- éviter de créer des conditions propices à l'établissement et à la propagation des ravageurs
- élaboration de stratégies de gestion pour la lutte contre les ravageurs s'ils s'établissent

Dépistage

Des dépistages minutieux fournissent les données fiables indispensables à la bonne gestion du programme de lutte intégrée. Les techniques de dépistage peuvent être très différentes selon qu'elles visent les insectes ou acariens d'une part ou les maladies d'autre part, mais le programme devrait viser toutes les espèces nuisibles (insectes, acariens, maladies, mauvaises herbes).

L'efficacité du dépistage repose sur la régularité des contrôles. Consigner dans un registre les résultats de chaque contrôle en vue d'une utilisation future. Les registres de dépistage peuvent servir : à prévoir les infections ou les infestations, le moment de leur apparition, l'endroit où elles se produiront et les cultures qui seront touchées; à assurer la permanence de l'information à l'intention des nouveaux employés; et à faciliter les exportations. Ils sont également utiles lorsqu'on tente d'identifier la cause d'un problème ou au moment d'effectuer une analyse de fin de saison. Voici un aperçu des données à relever :

- date;
- identification des ravageurs;
- partie de la serre où était le piège (compartiment ou section);
- nombre d'insectes piégés;
- stade évolutif (adultes, pupes, etc.);

- maladies des cultures, constatées ou soupçonnées et pourcentage de la culture touché;
- espèces et cultivars des cultures;
- stade de développement des plantes;
- traitement entrepris (pesticide employé, taux, surface traitée, date et heures, etc.);
- conditions environnementales dans la serre (température, humidité relative, conductivité électrique, pH, luminosité, ombrage, etc.)

Insectes et acariens

Les pièges collants jaunes (plaquettes ou rubans) sont les moyens les plus couramment utilisés dans les serres pour capturer de nombreuses espèces d'insectes volants. Ils se prêtent particulièrement bien au dépistage des aleurodes, des thrips, des mineuses, des mouches des terreaux, des mouches des rivages et des pucerons ailés. Par ailleurs, les pièges collants de couleur bleue se sont révélés particulièrement attrayants pour les thrips des petits fruits. Cependant, si on a affaire à plusieurs insectes nuisibles, les pièges jaunes sont préférables.

Placer une plaquette collante tous les 100 à 200 m^2 et les remplacer régulièrement. Au printemps et en été, le remplacement se fait habituellement toutes les semaines lorsqu'on prend note du nombre d'individus capturés. En hiver, lorsque les ravageurs sont moins nombreux, on peut remplacer les plaquettes moins souvent. Cependant on devra quand même prendre note des nombres d'individus toutes les semaines.

Un programme d'inspection visuelle de la culture effectué de façon systématique et structurée constitue une autre excellente méthode de dépistage trop souvent négligée. Cette inspection est indispensable au dépistage des maladies ou des acariens, des pucerons non ailés ou des stades immatures des aleurodes et des mineuses. La détection précoce des ravageurs non ailés facilite la lutte et permet parfois de circonscrire un problème par un traitement ponctuel ou une intervention localisée.

Il est conseillé de se fixer un programme d'échantillonnage régulier qui couvre bien toute la serre, y compris les aires d'entrée et les zones à risque. Se concentrer sur les cultures sensibles ou sur les zones de la serre qui sont les plus vulnérables. Là aussi, les relevés hebdomadaires s'imposent.

Maladies

Un bon programme de lutte intégrée contre les maladies intègre quelques principes et concepts universels dans le système de production global de l'espèce cultivée. Il est important de bien comprendre les principes de la lutte contre les maladies, et les stratégies qui reposent sur ces principes, et d'adapter le programme de LI à la situation particulière de la serre et à celle de la culture. Un programme de lutte contre les maladies ne se résume pas à l'application de fongicides qui, trop souvent, ne font que gommer les symptômes, sans régler le problème.

Une lutte efficace contre les maladies commence avant la mise en culture. D'abord, il est bon de connaître les maladies les plus probables si l'on veut se tenir à l'affût des problèmes. Cependant, avec la multitude de nouvelles plantes qui sont introduites chaque année, on ne connaît pas toujours la vulnérabilité de chacune aux maladies. L'expérience montre que la plupart des nouveaux végétaux sont sensibles à bon nombre des mêmes maladies que les producteurs doivent combattre depuis des décennies.

> Pour un dépistage et un diagnostic précoces, il est important de savoir reconnaître les symptômes caractéristiques des grandes maladies ayant une incidence économique.

Des opérations de dépistage périodiques et la tenue de registres fournissent des données fiables qui peuvent orienter un programme de lutte intégrée contre les maladies, pourvu que l'inspection se fasse de façon suivie et structurée. Il est aussi indispensable de faire le dépistage des maladies que d'inspecter les cultures pour voir s'il y a lieu d'arroser ou d'appliquer un régulateur de croissance. Le dépistage des maladies doit faire partie intégrante des étapes de la production. Les exploitants qui cultivent un éventail de cultures peuvent gagner du temps en se concentrant sur les cultures affichant des sensibilités connues à certaines maladies, ou aux zones de la serre plus sujettes à présenter certains problèmes (p. ex., aux abords des portes d'entrée où sévit davantage le blanc).

Pour surveiller efficacement l'apparition et l'évolution des maladies, il est important d'inspecter chaque semaine les feuilles et les fleurs (si elles sont présentes). On devrait également inspecter les racines au

moins aux deux semaines, ce qui ne présente aucun problème dans le cas des cultures en contenants, mais peut être plus difficile à réaliser dans le cas des cultures de fleurs coupées de pleine terre. Mesurer le pH et la conductivité électrique du sol (CÉ) au moins toutes les deux semaines dans chacune des cultures, car ces facteurs prédisposent souvent les racines à souffrir des attaques de différents agents responsables des pourritures des racines. À l'aide des graphiques produits par les appareils de surveillance des paramètres environnementaux, vérifier si l'HR et la température qui règnent dans la serre subissent des variations brusques, de manière à voir venir les menaces éventuelles de maladies foliaires. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

Lutte culturale

La lutte culturale inclut plusieurs stratégies dont l'hygiène, la gestion des paramètres d'ambiance et les cultivars résistants. Ces aspects sont importants, mais leur mode de mise en œuvre peut être différent selon qu'on vise des insectes ou des acariens d'une part ou des maladies d'autre part.

Hygiène

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Une hygiène déficiente, qui n'élimine pas tous les points d'infection ou d'infestation, accroît les coûts du programme de lutte et diminue ses chances de réussite. Une bonne hygiène est nécessaire à toutes les étapes de la production, dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords et à tous les stades de production. Un bon programme d'hygiène s'appuie sur plusieurs approches.

Hygiène de base

L'hygiène de la serre oblige à des efforts constants, toute l'année. La propreté à elle seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre. Les précautions suivantes sont importantes :

- Installer des pédiluves aux endroits où l'on passe d'une chapelle à l'autre, en particulier entre les chapelles consacrées à la multiplication et celles où se trouvent les plants-mères. Il est indispensable de bien entretenir les pédiluves. Se conformer au mode d'emploi du désinfectant utilisé. L'eau de Javel à usage domestique n'est pas recommandée dans les pédiluves.
- Enlever les plantes, les feuilles et les fleurs mortes fanées dès qu'on les remarque. Dans la culture du géranium, il est particulièrement important d'éliminer toutes les fleurs mortes de la serre pour réduire l'incidence de *Botrytis*. Ne pas laisser de plants malades sous les banquettes. Dans les rosiers, la cueillette de toutes les fleurs (même celles qui ne sont pas vendables) et leur évacuation de la serre peuvent jouer un rôle important dans la lutte contre les thrips.
- Jeter les plants atteints de maladies tenaces dans les poubelles commerciales et les porter au dépotoir pour réduire les sources d'inoculum.
- Pour évacuer les végétaux malades, utiliser des brouettes ou des chariots strictement réservés à cet usage. À défaut, les désinfecter après chaque usage.
- Exiger des employés qu'ils portent des gants jetables quand ils manipulent des plants malades. À défaut, exiger qu'ils se lavent les mains soigneusement avec du savon ou une lotion bactéricide avant d'entreprendre une autre tâche. De même, lorsqu'ils prélèvent des boutures, ils doivent se laver les mains ou changer de gants jetables en passant d'un cultivar à l'autre.
- Entasser les déchets de cultures normaux à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants pour empêcher que des particules de substrat ou de tissus végétaux ne rentrent dans la serre sous l'effet du vent ou de l'aspiration par les ventilateurs. Il est préférable de recouvrir ces déchets ou, sinon, de les emporter à intervalle régulier hors de l'exploitation.
- Garder propres les allées de la serre et les surfaces des banquettes. Assainir la serre entre les cultures.
- Éviter de gardes des plantes d'intérieur ou de jardin dans la serre pendant l'hiver parce qu'elles peuvent constituer une source de maladies ou d'insectes.
- Maintenir un bon drainage pour éliminer les flaques et les surfaces humides parce qu'elles sont des lieux de reproduction idéaux pour les mouches des terreaux et les mouches des rivages. Ces insectes

nuisibles sont des vecteurs fréquents d'infection par des organismes pathogènes des racines tels que *Pythium* et *Fusarium*.

- Maintenir la serre exempte de mauvaises herbes susceptibles d'abriter des organismes pathogènes comme le virus de la tache nécrotique de l'impatiente/virus de la maladie bronzée de la tomate ainsi que d'autres virus communs. Les mauvaises herbes abritent aussi parfois des insectes qui peuvent déclencher de nouvelles infestations ou devenir des vecteurs de maladies.
- En culture sur sol, désinfecter le terreau ou le sol avant d'y installer les cultures d'hiver pour limiter la présence d'organismes pathogènes s'attaquant aux racines et au collet des plantes. Voir la rubrique *Vapeur*, p. 57.
- Désinfecter régulièrement à la vapeur les banquettes où l'on produit les plant-mères.
- Avant leur utilisation et entre les cycles, désinfecter les banquettes et les plateaux de culture des plants-mères pour éliminer les bactéries, les champignons, les insectes et les acariens.
- Utiliser des contenants propres et des substrats poreux et bien drainés qui sont moins propices aux pathogènes comme *Pythium* et *Phytophthora*.
- Utiliser des banquettes en métal déployé plutôt que des banquettes de bois pour faciliter le nettoyage et l'assainissement et limiter la propagation et la survie des pathogènes pendant la multiplication des plants.
- Balayer ou aspirer les surfaces des banquettes avant de les assainir pour assurer un maximum d'efficacité. La tourbe ou toute autre matière organique laissée sur les banquettes avant l'assainissement réduisent l'efficacité de la plupart des produits d'assainissement. Si nécessaire, laver à grande eau les banquettes et les parois de la serre avec des détergents horticoles pour détruire les algues et toute autre matière organique avant la désinfection.
- Vider et assainir le bassin collecteur où retourne la solution nutritive recyclée (si la pourriture du collet a été présente ou si l'eau recyclée n'est pas systématiquement pasteurisée) au moment de l'assainissement des sols de béton ou des rigoles pour éviter de contaminer de nouveau les aires de production.
- En passant d'un cultivar à l'autre, tremper les couteaux à bouturer dans de l'alcool à 70 % pour éviter de propager les maladies. Pour lutter contre le virus de la mosaïque du tabac, le lait est un produit efficace pour le trempage des couteaux.
- Entre les récoltes, si possible, effectuer une désinfection générale de la structure de la serre (parois), des conduites chauffantes, des allées, des banquettes et du matériel.

Produits désinfectants et nettoyants des surfaces des serres

Les produits désinfectants et nettoyants jouent un rôle important dans la prévention et la maîtrise des virus, champignons et algues pathogènes dans les serres; on devrait les utiliser de façon systématique pour le nettoyage précédant les cultures et pendant le cycle de culture pour assainir les surfaces structurales et le matériel.

Ces produits entrent dans deux catégories, produits nettoyants et les produits les désinfectants ou assainissants. Ceux qui suivent sont des produits nettoyants :

- *Horti-Klor* - agent nettoyant ou détergent chloré qu'on peut utiliser en premier lieu pour déloger les algues et les restes de plantes du matériel de conditionnement, des chaînes de conditionnement, des plateaux alvéolés et des chambres froides. Suivre le mode d'emploi du fabricant.
- *Strip-It* - formulation à base d'acide qui déloge les algues, les biofilms et l'engrais accumulés pour nettoyage de fin de cycle des structures de la serre et des systèmes d'irrigation.

Les désinfectants sont des agents oxydants à action rapide et à large spectre considérés comme des biocides peu toxiques. Il existe plusieurs types de désinfectants : hypochlorite de sodium, composés à base d'ammonium quaternaire ou de peroxyde d'hydrogène. Utiliser le matériel de sécurité adéquat pour charger, mélanger et appliquer des désinfectants selon ce qui est indiqué sur l'étiquette. Les produits suivants étaient disponibles en date de juin 2014 :

- Eau de Javel à usage domestique (hypochlorite de sodium à 5 %) - la plupart des solutions d'eau de Javel à usage domestique contiennent 5 %

d'hypochlorite de sodium (50 000 ppm de chlore disponible). Diluer l'hypochlorite de sodium à 5 % à raison de 1/100 pour créer une solution à 0,05 %. C'est le taux de dilution habituel pour la désinfection des surfaces. Opter pour une solution plus concentrée (jusqu'à 1,0 %) dans les cas d'infestations graves ou pour désinfecter des banquettes en bois ou des surfaces où il reste de grandes quantités de matière organique. Pour confectionner une solution finale de 0,5 % d'hypochlorite de sodium, mélanger 1 partie d'eau de Javel à usage domestique avec 10 parties d'eau; pour obtenir une solution à 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel avec 5 parties d'eau. En présence de grandes quantités de matière organique, le chlore libre réagit rapidement pour former des chloramines, moins efficaces. L'eau de Javel dégage un gaz toxique lorsqu'on la mélange avec des détergents acides ou lorsqu'une solution non diluée est exposée au soleil. Le chlore est très efficace, mais il s'évapore rapidement lorsqu'il est mélangé à l'eau, la concentration étant réduite de 50 % en deux heures. Les vapeurs de chlore peuvent être toxiques pour les plantes. Si des plantes sont présentes dans les aires adjacentes, ventiler suffisamment. La matière organique inactive rapidement le chlore libre. Les surfaces qui ont séché rapidement peuvent libérer du chlore résiduel lorsqu'elles sont mouillées de nouveau.

- Peroxyde d'hydrogène - le peroxyde d'hydrogène à 35 % est un désinfectant efficace par oxydation pour le nettoyage et l'assainissement des surfaces des serres et des systèmes d'irrigation, mais il a une activité résiduelle moindre que les deux désinfectants ci-dessous qui sont acidifiés à l'acide peroxyacétique.
- ZeroTol - peroxyde d'hydrogène à 27 % acidifié à l'acide peroxyacétique, désinfectant efficace par oxydation pour le nettoyage et l'assainissement des surfaces dures non poreuses et des systèmes d'irrigation des serres, y compris et des banquettes et des planchers inondables pour les cultures non alimentaires.
- SaniDate 5.0 - peroxyde d'hydrogène à 23 % acidifié à l'acide peroxyacétique dont l'activité est comparable à celle de ZeroTol, homologué pour l'assainissement et la désinfection des surfaces dures non poreuses du matériel agricole, de récolte et d'emballage.
- KleenGrow - composé de chlorure d'ammonium quaternaire à large activité fongicide et bactéricide, recommandé pour la désinfection générale des surfaces dures des chaînes de conditionnement, des plateaux alvéolés et des pédiluves.
- Virkon - désinfectant non corrosif à base de monoperoxysulfate de potassium à large activité fongicide, bactéricide et virucide pour usage dans les serres et autres bâtiments agricoles.
- Les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont plutôt stables parce que le chlore n'y est pas volatil, mais ils désinfectent comme l'eau de Javel. Comme celle-ci également, ils sont inactivés quand ils entrent en contact avec de la matière organique. Il est donc très important d'enlever le plus possible de matière organique sur les surfaces à désinfecter.

Pasteurisation des sols

Les substrats avec sol utilisés dans les serres (sauf ceux qui sont garantis stériles ou pasteurisés par le fabricant) et les planches à base de terre servant à la culture des fleurs coupées contiennent généralement des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes cultivées. Il est important de pasteuriser les substrats de cultures contenant de la terre pour éliminer ces organismes nuisibles, idéalement sans toucher les organismes utiles.

Vapeur

La vapeur est la source de chaleur la plus employée pour la pasteurisation, notamment dans les planches à base de terre pour certaines cultures de fleurs coupées. On couvre les planches d'une bâche et on injecte la vapeur directement sous celle-ci par un boyau de toile ou un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour assurer une bonne répartition de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et exempt de mottes et de débris de culture non décomposés pour permettre une pénétration rapide et uniforme de la vapeur.

Le tableau 4–1, *Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles,* p. 58, indique la durée nécessaire à la destruction des insectes, des mauvaises herbes et de diverses maladies à différentes températures. Il montre qu'on peut éliminer la plupart de ceux-ci à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Tableau 4–1. Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles

Mauvaises herbes (la plupart)	70-80 °C pendant 15 min
Insectes et acariens	60-71 °C pendant 20 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
Fusarium	57 °C pendant 30 min
Botrytis	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
Rhizoctonia	52 °C pendant 30 min
Sclerotinia	50 °C pendant 5 min
Pythium	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections, du simple fait que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Fumigants chimiques

Certains fumigants comme Basamid Granular et Vapam liquide peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches ou banquettes de culture dans les serres avant les plantations. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Toujours lire l'étiquette du produit, car les formulations n'ont pas toutes la même efficacité contre les différents ennemis des cultures. S'abstenir d'utiliser des fumigants quand des plants se trouvent dans d'autres parties de la serre.

Lutte contre les mauvaises herbes

Méthodes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les insectes et acariens nuisibles et peuvent constituer un réservoir pour les maladies. Une lisière de gazon bien entretenu ou exempte de végétation d'une largeur de 3 m autour des serres et entre celles-ci diminuera les risques d'invasion d'insectes et de maladies provenant de l'extérieur. On a constaté que la fétuque est la graminée que les thrips des petits fruits aiment le moins. Cette information peut être utile quand vient le temps de décider des espèces à gazon à semer autour des serres. Certains ravageurs réglementés, comme le scarabée japonais, sont visés par des exigences particulières concernant le périmètre extérieur des serres. Voir le chapitre 6, *Ravageurs occasionnels,* p. 87, ou communiquer avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Vapeur

La pasteurisation du sol à la vapeur élimine les mauvaises herbes annuelles sans rhizomes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines à tégument résistant ainsi que celles qui se trouvent en périphérie de la bâche sous laquelle on injecte la vapeur et celles qui se trouvent dans la couche de transition entre le sol à la bonne température et le sol plus frais parviennent parfois à survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam) et le dazomet (Basamid) sont utiles pour traiter des planches de culture et des terreaux d'empotage. Ces produits se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ne pas les utiliser si des plants se trouvent dans d'autres zones de la serre.

Herbicides

La publication 75F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), *Guide de lutte contre les mauvaises herbes,* distribué par les Centres de ressources agricoles de ce ministère et par ServiceOntario – Publications, présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides (p. ex. ceux qui contiennent du glyphosate) peuvent être particulièrement utiles pour lutter contre les mauvaises herbes à l'extérieur des serres; cependant il n'existe actuellement qu'un seul produit (EcoClear, dont la matière active est l'acide acétique) homologué pour utilisation dans les serres. À l'intérieur des serres, combattre les mauvaises herbes quand elles sont encore jeunes pour éviter qu'elles ne montent à graines. Dans les installations de production de plantes à massif cultivées sur le sol, recouvrir la surface du sol d'une toile noire afin d'empêcher le plus possible les mauvaises herbes de pousser. Dans les serres, on peut aussi employer diverses autres méthodes comme le labour, le désherbage manuel ou le brûlage.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés à mauvais escient. Toujours éteindre les ventilateurs et fermer les prises d'air des parois pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. Ne pas utiliser d'herbicides de type phénoxy près des prises d'air d'une serre en raison de la volatilité de ces produits. Respecter à la lettre les consignes du *Guide de lutte contre les mauvaises herbes* relativement à l'utilisation des produits chimiques, aux mesures de sécurité ainsi qu'au réglage, à l'entretien et à l'utilisation des pulvérisateurs. Si l'on soupçonne que des dommages ont été causés à des cultures par la dérive d'un herbicide pulvérisé en dehors de l'exploitation, communiquer avec un bureau du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (voir l'annexe B, *Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario – Coordonnées des bureaux régionaux*, p. 171).

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m².

Gestion des paramètres d'ambiance

Les paramètres environnementaux tels que l'éclairage, la température de l'air et des plants, l'humidité relative, la ventilation, la composition du substrat, le pH et la conductivité électrique, ainsi que l'état nutritionnel de la culture, exercent une influence sur l'état de santé des plantes, mais aussi sur les maladies et organismes nuisibles. Le réglage des paramètres d'ambiance aux fins de la lutte contre les maladies est une opération complexe à cause de leurs effets simultanés sur la culture. Chaque situation est particulière et demande à être examinée soigneusement.

Il importe de bien comprendre les exigences culturales et environnementales des cultures. Un stress chronique, par exemple une croissance en présence d'une humidité insuffisante ou excessive, rend les plantes plus vulnérable aux attaques de ces pathogènes. Les plantes subissent un stress lorsque le producteur n'assure pas un environnement adéquat aux racines et/ou aux pousses d'une production donnée.

Le triangle de la maladie

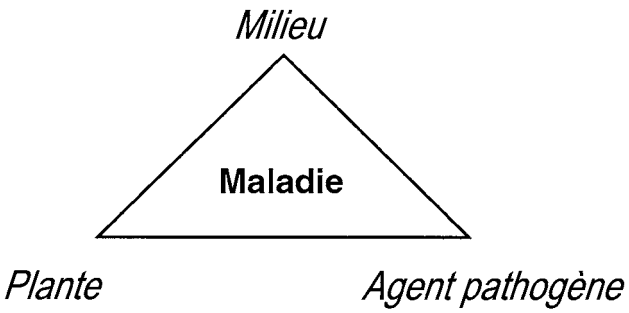
La gestion des paramètres d'ambiance et ses répercussions sur la culture sont intimement liées à la lutte contre les maladies. La figure 4-1, *Triangle de la maladie*, p. 60, illustre l'importance des trois facteurs nécessaires à l'apparition de la maladie :

- présence d'un pathogène ou d'un organisme provoquant la maladie (p. ex. champignon, virus ou bactérie)
- plante vulnérable à l'infection par ce pathogène
- milieu adéquat dans lequel les deux premiers facteurs pourront interagir

La maladie ne peut pas se déclarer si l'un de ces trois facteurs est absent; cependant, dans certains cas, il faut prendre en compte un quatrième facteur. Certaines maladies, causées notamment par des virus et des viroïdes, sont principalement propagées par des insectes. Par exemple, les pucerons propagent la jaunisse de l'aster dans les chrysanthèmes, alors que les

thrips des petits fruits propagent le virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou le virus de la maladie bronzée de la tomate. Les mouches des terreaux peuvent propager les spores de *Pythium*. Leurs larves endommagent les jeunes racines en s'alimentant. Les larves des mouches des terreaux hébergent fréquemment les oospores de *Pythium* (spores sexuées à paroi épaisse) dans leur système digestif et en assurent ainsi la dissémination. Les adultes peuvent aussi transporter cet organisme pathogène sur leurs pattes et leurs pièces buccales. La maîtrise des algues par des pratiques d'arrosage judicieuses et un drainage adéquat des zones situées sous les banquettes permettent d'abaisser les populations de mouches des terreaux et de mouches des rivages ainsi que de limiter la propagation des agents pathogènes. Dans ces cas, la maîtrise de l'insecte vecteur a pour effet d'éliminer l'intermédiaire qui permet l'infection de la plante. Pour ce qui est de la maîtrise des vecteurs, prendre en considération l'ensemble des stratégies de lutte intégrée dont il est question dans le présent chapitre.

Figure 4–1. Triangle de la maladie



Les cultures ne tolèrent pas toutes les mêmes conditions de croissance ou le même mode de gestion de l'eau. Par exemple, le lis de Pâques et la primevère ont des besoins très différents. Les racines du lis de Pâques ne tolèrent pas un substrat ou sol détrempé et peu oxygéné alors que les racines de la primevère ne tolèrent pas un substrat sec.

Thielaviopsis basicola s'attaque à la pervenche utilisée comme plante à massif lorsque l'air et le substrat sont frais (15-17 °C), mais rarement à des températures dépassant 21 à 22 °C. Cependant ce même agent pathogène infecte les pensées et les violettes lorsque la température dépasse 25 à 26 °C, que le pH du substrat est élevé (plus de 6,5) et que l'hygiène est en général déficiente.

Réduire le taux de fertilisation lorsque la teneur en sels solubles est élevée (ÉC). La définition d'une teneur élevée en sels varie selon les cultures et leur stade de développement (voir chapitre 3, *Eau, substrat et fertilisation*, p. 25). Les fortes teneurs en sels endommagent les poils racinaires et les jeunes racines par dessiccation. Ces lésions deviennent des points d'entrée pour des pathogènes tels que *Pythium* et *Fusarium*.

Si des maladies foliaires se déclarent régulièrement, réexaminer les réglages de température, d'humidité relative et de ventilation ainsi que l'arrosage. On peut souvent diminuer l'incidence des maladies foliaires en relevant la température dans la serre la nuit, en relevant le seuil minimal de la température des conduites chauffantes en hauteur, en abaissant la température des conduites chauffantes sous les tables ou en entrouvrant les écrans d'obscurcissement ou thermiques pour assurer un renouvellement périodique de l'air pendant la nuit.

Le milieu dans lequel la plante se trouve comprend le sol ou le substrat de croissance dans lequel les racines se développent, et le milieu au-dessus du sol, c'est-à-dire l'air où les pousses, les feuilles et les fleurs apparaissent et se développent.

En ce qui a trait au sol ou au substrat, voici certaines des caractéristiques à surveiller :

- pH du substrat - influence fortement la disponibilité des oligo-éléments comme le fer et le manganèse, et peut avoir un effet sur le développement du système racinaire dans le substrat.
- Concentrations et équilibre des éléments nutritifs - ces facteurs influencent la composition des tissus végétaux et peuvent déclencher l'apparition de symptômes de toxicité ou de carence. Les tissus sont généralement plus sensibles aux attaques des agents pathogènes.
- CÉ (conductivité électrique créée par les sels solubles) - une CÉ élevée peut endommager les poils racinaires et créer des lésions qui seront envahies par les organismes pathogènes des racines.

- Capacité de rétention d'eau - le substrat doit retenir suffisamment d'eau disponible pour empêcher les racines de sécher une fois que le système racinaire est confiné à un pot.
- La texture du substrat qui doit permettre un bon drainage - une bonne mousse à fibres grossières est nécessaire pour assurer une aération suffisante quand le substrat atteint sa capacité de rétention d'eau maximale, de façon à prévenir la saturation en eau et l'asphyxie des racines.
- Oxygénation - une aération convenable du substrat est primordiale pour une croissance racinaire saine, pour l'absorption des éléments nutritifs et la prévention de l'exposition temporaire des racines à des conditions anaérobies.
- Température du substrat - les racines se développent mieux à des températures légèrement plus basses que celles qui sont requises pour la croissance des parties aériennes. Dans la plupart des cultures, de nombreuses racines meurent si la température du substrat s'élève à plus de 26-28 °C. Cet aspect revêt une certaine importance pendant les grandes chaleurs estivales lorsque les plantes sont cultivées dans des systèmes de sub-irrigation sur des cuves en métal ou des planchers de béton.

Pour ce qui est du milieu ambiant des parties aériennes, il faut surveiller ce qui suit :

- Intensité lumineuse - l'exposition de plantes qui ont besoin de beaucoup de lumière à de faibles intensités lumineuses ou à une ombre épaisse donne souvent des plants mous et faibles qui sont plus sensibles aux agents pathogènes provoquant la pourriture des feuilles.
- Température - des plantes qui, durant leur croissance, sont exposées à des températures supérieures ou inférieures à la température optimale affichent souvent une incidence accrue de maladies racinaires et foliaires. Par exemple, si des cultures traditionnellement considérées comme des cultures de saison froide sont cultivées pendant les périodes chaudes de l'année, elles sont généralement plus sensibles aux organismes qui provoquent la pourriture du collet ou la pourriture des racines.
- Circulation d'air - les schémas de circulation d'air dans la serre influencent la gravité des infections de blanc et de pourriture grise. Les portes ouvertes qui créent des courants d'air et des variations de température de l'air et du feuillage, ou encore les ventilateurs à circulation horizontale mal placés qui créent de la turbulence ou des courants descendants devant l'appareil ont pour effet d'augmenter la gravité des maladies foliaires. Une circulation d'air insuffisante peut aussi augmenter l'incidence des maladies foliaires en raison de l'humidité relative élevée qui se forme alors à l'intérieur du feuillage.
- Humidité relative (HR) - les variations d'humidité relative et les humidités relatives élevées la nuit (supérieures à 90 %) font augmenter l'incidence des maladies foliaires.
- Qualité de l'air - un niveau de pollution de l'air faible mais constant, souvent lié aux hydrocarbures comme le propylène, le propane ou le gaz naturel provenant de fuites ou d'une combustion incomplète dans des appareils de chauffage peut produire chez les plantes des réactions semblables à celles qui sont produites par l'éthylène : sénescence précoce des vieilles feuilles et fleurs, tissu plus vulnérable aux champignons opportunistes comme *Botrytis*.

Connaître et comprendre les conditions nécessaires à une croissance optimale de la culture ainsi que les principales maladies de cette culture :

- Éviter les extrêmes et, surtout, les changements brusques d'humidité relative, afin de limiter les conditions propices à la prolifération du champignon *Botrytis*, du blanc et du mildiou. L'humidité peut aussi jouer un rôle important dans l'apparition d'infestations de ravageurs tels que les tétranyques.
- Les températures des surfaces foliaires sont plus basses dans les serres en plastique que dans celles en verre, notamment la nuit, parce que la perte de chaleur par rayonnement rouge lointain est plus importante.
- Assurer une bonne circulation d'air (assez, mais pas trop) dans toutes les zones de la serre pour que la température soit uniforme partout. On évite ainsi la condensation sur les plantes, surtout la nuit, qui crée des conditions idéales pour l'apparition du blanc et de *Botrytis*.

- Éviter autant que possible de soumettre la culture à des conditions extrêmes. Par exemple, dans le cas des cyclamens, la combinaison de forte chaleur et de surfertilisation favorise la pourriture du collet et des racines par *Fusarium*, et la combinaison de forte chaleur et de forte humidité relative rend les boutures vulnérables aux attaques de *Rhizoctonia* pendant pou juste après la multiplication. Éviter aussi les températures basses qui favorisent la prolifération de *Pythium* dans les cultures qui ont besoin de chaleur.

Connaître et comprendre les conditions nécessaires à une croissance optimale de la culture et les principaux insectes et acariens ravageurs de cette culture :

- Pendant l'hiver, la durée du développement et la mortalité des immatures s'accroissent chez les insectes comme les thrips. Ils semblent également moins mobiles, de sorte que les plaquettes jaunes encollées peuvent ne pas en capturer autant, même lorsqu'ils sont présents et s'alimentent activement dans la culture.
- Si la serre est vide entre les cultures, un traitement par la chaleur éliminera efficacement les infestations. On vient à bout des insectes et des acariens nuisibles en maintenant la température à 40-42 °C et l'humidité en deçà de 50 % pendant 3-4 jours. Ce procédé est simple à appliquer pendant les mois d'été puisqu'il suffit de fermer les prises d'air pour atteindre les températures souhaitées. Remarque : Une forte chaleur peut déformer ou fendre les tubulures en plastique.

Cultivars résistants

De nombreuses espèces végétales ont, à l'égard des maladies et des ravageurs, une vulnérabilité qui varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre parce qu'il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies (p. ex., la couleur de leurs fleurs peut attirer davantage les thrips). Pour mener une lutte efficace et réduire la quantité de pesticides utilisés, faire des pulvérisations localisées des cultivars sensibles dès que les infections ou infestations apparaissent, ou encore utiliser les cultivars sensibles comme appâts dans le cadre de programmes de lutte biologique. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché que l'on dessert, on peut quand même envisager de cesser ou de réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Lutte physique

La lutte physique contre les insectes, les acariens et les maladies peut revêtir de nombreuses formes :

- attention accordée au nouveau matériel végétal;
- prévention de l'entrée des populations de ravageurs établies à l'extérieur;
- lutte contre les populations de ravageurs une fois qu'elles sont établies dans la serre.

Biosécurité

La biosécurité vise à protéger une zone géographique ou une installation des ravageurs et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et l'éradication ou une maîtrise efficace de ceux qui sont déjà présents. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies sur leur exploitation est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures supposent de bonnes pratiques d'hygiène pour l'installation entre les cycles de production et pendant ceux-ci, à savoir l'entretien des pédiluves, l'inspection approfondie des boutures qui arrivent et la mise en place des autres stratégies

de lutte intégrée décrites dans le présent chapitre. La mise en œuvre d'un protocole de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction et d'établissement de ravageurs et de nouvelles maladies, qu'ils soient communs ou nouveaux.

Propreté du matériel végétal

L'achat de boutures chez des producteurs de plants mères ou des sélectionneurs spécialisés réduit le risque d'introduction de maladies dans une exploitation serricole. Si possible, isoler le nouveau matériel végétal pour réduire les chances de contamination.

Changer de boutures régulièrement, soit tous les trois ou six mois, selon la culture. Ne pas conserver des stocks de plantes à massif d'une saison à l'autre.

Ne pas apporter les jeunes boutures propres dans la zone de production tant que les anciennes n'ont pas été enlevées et que la zone n'a pas été assainie.

Installation de moustiquaires

L'installation de moustiquaires permet de réduire fortement le risque d'entrée de ravageurs communs des serres comme les thrips, les pucerons et les aleurodes ainsi que de certains ravageurs moins communs comme la punaise terne et la pyrale du maïs qui peuvent poser de graves problèmes lorsque l'emploi de pesticides est réduit (p. ex. programmes de lutte biologique). Les avantages de l'installation de moustiquaires ont été démontrés en Israël et en Californie. En Ontario, les producteurs qui ont installé des moustiquaires ont signalé une diminution du nombre de de ravageurs et des quantités de pesticides employées, ainsi qu'une amélioration de l'efficacité des mesures de lutte contre les ravageurs (notamment biologiques).

Pour le producteur qui envisage d'équiper une serre de moustiquaires, la principale considération à prendre en compte est la nature des ravageurs qu'il veut exclure. C'est la taille de ce ravageur qui détermine la taille du grillage. Les moustiquaires à larges mailles qui équipent généralement les maisons ne suffisent pas à arrêter la plupart des principaux ravageurs des serres. Cependant ils peuvent exclure des espèces occasionnelles plus grosses telles que la punaise terne et les lépidoptères (papillons). Pour exclure totalement des insectes de plus petite taille tels que les thrips, les moustiquaires doivent avoir des mailles beaucoup plus fines. En présence de plusieurs ravageurs, la taille des mailles doit permettre d'arrêter le plus petit d'entre eux.

La réduction du flux d'air résultant de l'installation de moustiquaires est l'un des grands problèmes qui se posent aux serriculteurs. La serre peut surchauffer et les moteurs des ventilateurs peuvent subir un stress (dans le cas des serres équipées de ventilateurs); ceux-ci peuvent forcer s'ils doivent propulser la même quantité d'air par des prises d'air qui sont partiellement obstruées. Cette diminution de la ventilation est un réel problème, mais on peut y remédier en accroissant la superficie de la prise d'air. Dans de nombreux cas on est arrivé au résultat recherché en construisant un cadre recouvert de moustiquaire autour de la prise d'air. L'objectif est de faire en sorte que la superficie finale de la prise d'air permette un échange d'air suffisant pour refroidir suffisamment la serre. Il existe plusieurs méthodes de calcul de l'accroissement nécessaire de la superficie des prises d'air pour une serre donnée, mais il faut prendre en compte des facteurs tels que la taille des mailles de la moustiquaire, la capacité du ventilateur et la chute de pression statique (écart de pression d'air entre l'intérieur et l'extérieur de la serre lorsque les ventilateurs sont en marche). Bien qu'il existe des programmes informatiques pour faire ces calculs, ceux-ci peuvent être complexes et il est préférable de les laisser aux fabricants de moustiquaires.

Les moustiquaires à petites mailles sont exposées au colmatage par la poussière et d'autres débris, notamment en été. Les nettoyer régulièrement parce que ce colmatage gêne le passage de l'air et peut mener à une surchauffe de la serre. Dans la conception de la moustiquaire, il est également important de prévoir un accès facile pour en faciliter le nettoyage. Les laver à partir de l'intérieur avec un boyau sous pression. Ne pas effectuer cette opération lorsque les ventilateurs sont en marche parce que l'eau boucherait les mailles et interromprait totalement le flux d'air, ce qui mènerait à une surchauffe de la serre.

L'efficacité de la moustiquaire dépend de sa capacité à exclure les insectes volants. Réparer les déchirures et les trous aussitôt que possible pour éviter l'entrée des ravageurs. On peut réparer les petites déchirures en collant un morceau de moustiquaire par-dessus.

Le coût de l'installation de moustiquaires dépend de plusieurs facteurs : conception finale du dispositif, accroissement de la superficie nécessaire pour maintenir une ventilation adéquate, coût des moustiquaires, si les prises d'air de toit ou latérales doivent être pourvues de moustiquaires, fréquence de remplacement, fréquence de nettoyage, etc. La variable la plus importante est l'écart de coût entre l'installation de moustiquaires pour une serre pourvue de ventilateurs et à prises d'air latérales d'une part et une serre à ventilation passive pourvue de prises d'air de toit d'autre part. Cependant les rapports des producteurs qui ont installé des moustiquaires sur des prises d'air latérales dans des serres équipées de ventilateurs suggèrent un amortissement rapide par la réduction du coût des pesticides, ainsi que l'amélioration de la lutte contre les ravageurs.

Pour plus d'information, voir la fiche technique du MAAARO *Pose de moustiquaires pour exclure les insectes des serres*.

Autres mesures de lutte physique

Les modes de lutte physique contre les ravageurs établis comprennent l'élimination des plantes malades ou infestées, comme on l'a vu plus haut. Une autre méthode de lutte contre les insectes volants peut être l'emploi de rubans collants jaunes ou de plaquettes jaunes encollées en grand nombre. Le principe est le même que pour le dépistage à l'aide de plaquettes encollées. Étirés le long des planches ou des banquettes ou suspendus au-dessus de la culture, les rubans peuvent jouer un rôle complémentaire important lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec d'autres moyens de lutte.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants (insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries) pour combattre les ennemis des cultures (insectes, acariens, maladies). Elle requiert des approches très différentes selon qu'on doive lutter contre des insectes ou des acariens d'une part ou des maladies d'autre part.

Lutte biologique contre les insectes et les acariens

Bien qu'elle soit largement utilisée dans les cultures de légumes de serre depuis de nombreuses années, ce n'est que depuis le milieu des années 2000 qu'elle est devenue la stratégie de lutte prédominante dans les cultures ornementales. Les agents de lutte biologique les plus employés sont des insectes prédateurs et parasites ainsi que des acariens prédateurs, cependant il existe maintenant un nombre croissant d'agents microbiens (p. ex. champignons, bactéries). Le tableau 4–2, *Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées,* p. 66, dresse une liste des ennemis naturels offerts sur le marché pour lutter contre des insectes et des acariens nuisibles en floriculture de serre.

La lutte biologique ne se réduit pas à lâcher des parasites ou des prédateurs dans la serre. Pour qu'elle fonctionne, il est important d'en planifier les étapes au moins plusieurs mois à l'avance. En voici les grandes étapes :

1. Établir la liste des ressources sur lesquelles s'appuyer pour élaborer le programme (fabricants ou fournisseurs d'agents de lutte biologique, autres producteurs, spécialistes en vulgarisation, chercheurs, consultants). Participer à des cours, à des séminaires, à des ateliers, lire des magazines et des bulletins, naviguer sur Internet pour glaner le plus d'information possible sur la lutte biologique. Déterminer quels sont les insectes nuisibles à combattre et quels sont leurs ennemis naturels les plus efficaces.

2. Si possible, commencer à appliquer le programme dans une section restreinte et isolée de la serre pour pouvoir y exercer une surveillance étroite et se faire la main avant d'appliquer les principes de la lutte biologique à plus grande échelle. Une fois qu'on atteint un certain niveau de confiance dans la lutte biologique, on peut étendre son utilisation à d'autres parties de l'exploitation.

3. Si possible, fermer par des moustiquaires la section de la serre où les essais ont lieu. Les arrivées dans la serre d'organismes nuisibles varient d'une année à l'autre et sont impossibles à prévoir. Certaines invasions peuvent déborder les ennemis naturels utilisés dans le programme de lutte biologique. Avec la pose de moustiquaires, il n'y a lieu de se soucier

que des insectes qui se trouvent dans la serre. Voir la rubrique *Installation de moustiquaires*, p. 63.

4. Informer tous les employés du programme de lutte biologique et de ses raisons. Comme ils passent leur journée dans la serre à vaquer aux travaux courants, s'ils sont adéquatement formés, ils peuvent diagnostiquer des problèmes à un stade très précoce.

5. De nombreux pesticides homologués peuvent avoir un effet rémanent à long terme (2-3 mois) et peuvent nuire à l'établissement des ennemis naturels. Consulter le registre des traitements des derniers mois. Si des pesticides persistants ont été utilisés, attendre que leur effet se soit dissipé avant d'introduire des agents de lutte biologique. En attendant, utiliser le cas échéant des produits moins persistants pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies. Les sites de Biobest *(www.biobest.be)* et de Koppert *(www.koppert.com)* contiennent des informations sur les effets secondaires de nombreux pesticides sur les agents de lutte biologique.

6. S'informer auprès du fournisseur sur la façon de vérifier les agents de lutte biologique à leur livraison, afin de déterminer s'ils sont bien vivants et bien portants. La qualité des ennemis naturels produits par les principaux insectariums est excellente, mais des problèmes peuvent survenir en cours de transport. Il est important de signaler les problèmes de qualité aux fournisseurs, afin qu'ils en découvrent les causes et y remédient.

7. Suivre les directives du fournisseur concernant l'entreposage des ennemis naturels et les conditions de leur lâcher. Beaucoup d'entre eux ne peuvent être conservés que pendant un court laps de temps dans des conditions relativement précises.

8. Surveiller les populations d'ennemis naturels et le déroulement du programme. Cette surveillance est tout aussi importante que celle des populations des ravageurs visés.

Employer des plaquettes encollées pour surveiller les insectes ailés, notamment les guêpes parasites; savoir que certaines espèces utiles (p. ex., *Eretmocerus* pour la lutte contre les aleurodes) sont très attirées par le jaune et que l'installation d'un grand nombre de plaquettes risque donc de les décimer.

Surveiller les effets de l'ennemi naturel sur le ravageur; c'est chose facile dans le cas notamment du parasitisme de l'aleurode par *Encarsia* ou du parasitisme des pucerons par la guêpe *Aphidius*.

Faire une inspection visuelle de la culture afin de repérer les ennemis naturels, tels les acariens prédateurs, qui ne volent pas. Inspecter la culture, surtout aux endroits où les ravageurs sont plus nombreux.

Faire une surveillance périodique des ravageurs à combattre pour voir si leurs populations sont en baisse.

9. Recourir, s'il le faut, à des pesticides compatibles avec le programme biologique. Se renseigner sur les produits qui conviennent, avant de commencer le programme, afin de s'assurer de pouvoir se les procurer en cas de besoin. Consulter les fournisseurs d'agents de lutte biologique pour en savoir plus sur la compatibilité des pesticides.

10. Faire preuve de patience. Il faut du temps et une certaine expérience pour comprendre et mettre en œuvre un système de lutte biologique efficace. Si le programme ne fonctionne pas comme prévu, consulter des personnes expérimentées.

Pour plus de détails sur la mise en œuvre des méthodes de lutte biologique ou sur les parasites ou les prédateurs distribués dans le commerce, consulter un spécialiste de la floriculture en serre ou un consultant du secteur privé.

Faire preuve de prudence lorsqu'on se sert de pesticides avec des agents de lutte biologique parce que la plupart des pesticides sont toxiques pour les insectes utiles. Un seul traitement avec un pesticide nocif pour les insectes utiles peut empêcher le producteur de recourir à ces derniers pendant une longue période. Pour connaître en savoir plus, communiquer avec les fournisseurs d'agents de lutte biologique ou consulter les listes diffusées sur Internet par Biobest *(www.biobest.be)* et Koppert *(www.koppert.com)*.

Tableau 4–2. Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées

Ennemi	Agent de lutte biologique
Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* et/ou *Bemisia argentifolii, Bemisia tabaci*)	*Encarsia formosa*[1] *Eretmocerus eremicus*[1] *Eretmocerus mundus*[1] *Amblyseius swirskii*[2] *Amblydromalus limonicus*[2] *Delphastus catalinae*[2] *Dicyphus hesperus*[2] *Beauveria bassiana*[3] *Paecilomyces fumosoroseus*[3]
Tétranyque (*Tetranychus urticae*)	*Phytoseiulus persimilis*[2] *Amblyseius fallacis*[2] *Amblyseius californicus*[2] *Amblyseius andersoni*[2] *Feltiella acarisuga*[2] *Stethorus punctillum*[2]
Thrips des petits fruits (*Frankliniella occidentalis*)	*Neoseiulus cucumeris*[2] *Amblyseius swirskii*[2] *Amblydromalus limonicus*[2] *Iphesius degenerans*[2] *Orius spp.*[2] *Hypoaspis spp.*[2] *Dalotia (Atheta) coriaria*[2] *Nématodes – Steinernema feltiae* *Beauveria bassiana*[3] *Paecilomyces fumosoroseus*[3] *Metarhizium anisopliae*[3]
Pucerons, y compris : puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), puceron du melon (*Aphis gossypii*), puceron de la digitale (*Aulacorthum solani*), puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*)	*Aphidius spp.*[1] *Aphelinus abdominalis*[1] *Aphidoletes aphidimyza*[2] *Coccinelles (Harmonia et Hippodamia)*[2] *Chrysopes*[2] *Beauveria bassiana*[3]
Mouches des terreaux (*Bradysia* et *Corynoptera* spp.)	*Stratiolaelaps (Hypoaspis) spp.*[2] *Gaeolaelaps (Hypoaspis) spp.*[2] *Nématodes – Steinernema spp.* *Dalotia (Atheta) coriaria*[2]
Mineuse (*Liriomyza trifolii*)	*Diglyphus isaea*[1] *Dacnusa sibirica*[1]

[1] Parasitoïde : Accomplit habituellement tout son cycle évolutif aux dépens d'un seul hôte à la surface ou à l'intérieur duquel il vit et dont il provoque souvent la mort.
[2] Prédateur : S'empare de sa proie (un ravageur) pour s'en nourrir, mais en dehors de cela, sa vie est indépendante du ravageur. Pour parvenir à maturité, il devra dévorer plusieurs proies.
[3] Agent microbien.

Lutte biologique contre les maladies

La lutte biologique contre les maladies repose sur l'utilisation de champignons et de bactéries d'origine naturelle qui ont un fort effet répresseur sur les organismes pathogènes sans nuire à la culture. Les mécanismes mis en œuvre sont la compétition, l'antibiose, le parasitisme ou la résistance induite. L'emploi de la plupart des produits de lutte biologique doit être envisagé de façon préventive ou suppressive, et il doit commencer au moment de la mise en terre de la culture. À noter que les étiquettes parlent non pas de maîtrise mais de maîtrise partielle des maladies.

Voici une liste de fongicides microbiens ou biorationnels homologués au Canada pour utilisation sur des cultures ornementales en serre. Pour les maladies des racines :

- Actinovate SP contient la souche bactérienne de Streptomyces lydicus WYEC 108; il est homologué pour la maîtrise partielle de la pourriture du collet et des racines du géranium causée par *Rhizoctonia*, le pourridié pythien du pétunia et la flétrissure fusarienne du cyclamen. À appliquer soit lors de la mise en terre des boutures, soit à la transplantation; répéter le traitement toutes les 4 à 12 semaines selon la pression exercée par la maladie.

- Mycostop est homologué comme biofongicide pour la maîtrise partielle de la fonte des semis causée par *Pythium*, de la pourriture des racines et des collets causée par Phytophthora, et de la flétrissure causée par *Fusarium* dans les cultures ornementales de serre. La bactérie terricole qui en est l'ingrédient actif, *Streptomyces griseoviridis* K61, exerce son action fongicide par hyperparasitisme (elle prive le champignon pathogène de nourriture en le devançant dans la colonisation des racines des végétaux) et par synthèse de substances antibiotiques qui inhibent sa croissance. Comme Mycostop a une action préventive, on doit l'appliquer sous forme de solution dont on arrose abondamment le substrat immédiatement après l'empotage. Répéter le traitement toutes les 3 à 6 semaines, selon la pression exercée par la maladie.

- Rootshield est homologué bomme biofongicide pour la maîtrise partielle de *Fusarium, Pythium* et *Rhizoctonia* dans toutes les cultures ornementales. La souche du champignon *Trichoderma harzianum* KRL-AG2, présente à l'état naturel, exerce son action protectrice en colonisant la surface des racines et la rhizosphère et en assimilant les déchets

que les racines produisent pendant leur croissance normale. Elle parasite également les champignons pathogènes en libérant des enzymes qui dégradent leurs parois cellulaires. Appliquer ce biofongicide immédiatement après la germination, l'enracinement ou la mise en place des boutures végétatives. Il en existe deux formulations: l'une en granulés qu'on incorpore au substrat, et l'autre qui s'applique par bassinage des nouveaux semis ou des nouvelles boutures à intervalle régulier.

- Prestop WP est homologué comme biofongicide de contact appliqué par incorporation dans le substrat ou par bassinage pendant la propagation pour la maîtrise partielle de la fonte des semis causée par *Pythium* spp. et *Rhizoctonia* sur diverses plantes ornementales, divers légumes et diverses plantes herbacées à massif. Pendant la phase de croissance, appliquer sous forme de bassinage pour une maîtrise partielle de *Pythium* spp. sur les plants transplantés de nombreuses espèces de légumes et pour lutter contre la pourriture du collet et de la racine causée par Phytophthora cryptogea sur de nombreuses plantes ornementales de serre. L'ingrédient actif est la souche de *Gliocladium catenulatum* J1446 qui entre en compétition avec les pathogènes des plantes en colonisant la surface des racines et en privant ainsi le pathogène de ses éléments nutritifs. De plus, il produit des enzymes qui dégradent les parois cellulaires des pathogènes, un phénomène appelé hyperparasitisme. On peut l'appliquer comme traitement du substrat ou par bassinage du sol pour lutter contre les maladies des racines, ou comme traitement foliaire contre *Botrytis*.

- Subtilex et BioTak contiennent *Bacillus subtilis* MBI 600, une bactérie d'origine naturelle qui colonise rapidement les racines des plantes en croissance. Elle produit une protéine antibiotique qui empêche *Pythium* spp., *Fusarium* spp. et *Rhizoctonia solani* de croître et de devenir pathogènes; elle agit par antibiose et compétition. Le fongicide biologique Subtilex est homologué pour l'incorporation commerciale dans les substrats sans sol Promix fabriqués par Premier Peatmoss. BioTak est un autre produit final homologué pour l'incorporation par les producteurs commerciaux dans leurs substrats à base de mousse de sphaigne avant la mise en terre.

- Cease et Rhapsody ASO contiennent la souche QST 713 de *Bacillus subtilis*, une bactérie d'origine naturelle répandue dont le mode d'action est semblable à celui de *Bacillus subtilis* MBI 600. Ces deux produits sont homologués pour la maîtrise partielle de la pourriture du collet et des racines causée par *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* et *Phytophthora* si on l'applique sous forme de bassinage aux plantes ornementales de serre et d'extérieur.

- Taegro contient la souche FZB24 de *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens;* il est homologué pour la maîtrise partielle de la flétrissure fusarienne du cyclamen si on l'applique au début du stade de plantule.

- Contans contient la souche CON/m/91-08 du champignon Coniothyrium minitans; il est homologué pour la maîtrise de l'activité de Sclerotinia sclerotorum (sclérotes) dans les cultures de fleurs coupées cultivées sur sol dans des serres et pour sa maîtrise partielle dans le cultures de fleurs coupées cultivées à l'extérieur. Ce biofongicide doit être appliqué au sol trois mois avant la date prévue de l'apparition de Sclerotinia dans une culture de fleurs sensible.

Pour les maladies foliaires :

- Actinovate SP est homologué comme fongicide biologique de contact pour la maîtrise partielle du blanc dans les cultures de gerberas cultivés en serre et en plein champ, ainsi que la verveine et les poivrons cultivés en serre; pour la maîtrise partielle de *Botrytis* sur les fraises de serre et cultivées en plein champ; et pour la maîtrise partielle du blanc sur les cucurbitacées et les tomates de serre et de plein champ. La matière active est la souche WYEC 108 de la bactérie Streptomyces lydicus qui colonise la surface des feuilles et entre en concurrence avec les pathogènes foliaires. Son mode d'action combine le parasitisme et la compétition. Pour obtenir une bonne maîtrise partielle du blanc, effectuer un traitement foliaire par pulvérisation à intervalle de 7 à 14 jours.

- PreStop WP est homologué comme biofongicide de contact destiné à des traitements foliaires pour la maîtrise partielle de *Botrytis*. Pour connaître son mode d'action voir la description de PreStop WP sous *Lutte biologique contre les maladies des racines,* ci-contre.

- Les biofongicides Rhapsody ASO et Cease contiennent la souche QST 713 de la bactérie *Bacillus subtilis*. Ces produits sont homologués pour la maîtrise partielle du blanc, de *Botrytis* et de plusieurs formes de tache foliaire chez plusieurs

espèces ornementales cultivées en serre et à l'extérieur. *Bacillus subtilis* produit des substances chimiques qui provoquent la dégradation de la membrane cellulaire des organismes pathogènes; il agit par parasitisme et compétition. La bactérie doit entrer en contact avec le pathogène en question. Elle l'empêche de coloniser le plant. La dose varie selon la pression exercée par la maladie. Le traitement doit être répété à intervalle de 7 jours.

- Regalia Maxx contient un extrait de la plante Reynoutria sachalinensis qui, lorsqu'il est appliqué sur les végétaux, renforce leurs mécanismes de défense naturels contre certaines maladies fongiques; il est homologué pour la maîtrise partielle du blanc causé par d'Oidium spp. sur les cultures ornementales cultivées en serre ou à l'extérieur.
- Cyclone contient des produits de fermentation de la souche LPT-111 de la bactérie *Lactobacillus caseii*; il est homologué pour la maîtrise partielle du blanc et des taches noires sur les rosiers cultivés en serre lorsqu'on l'applique par pulvérisation foliaire.

Les produits de lutte biologique à base de fongicides microbiens ou biorationnels, tout comme les pesticides, ne constituent pas une panacée contre les maladies des plantes. Les agents de lutte biologique ne sauraient remplacer de bonnes stratégies de gestion des cultures, et ils ne permettent pas d'éliminer complètement ces pathogènes.

Lutte chimique

Les pesticides sont appelés à demeurer une composante importante des programmes de lutte en serre. Cependant les producteurs devraient en surveiller de près l'utilisation pour les raisons évoquées plus haut relativement à la lutte biologique, et également aux fins de la prévention de l'apparition de résistances.

Résistance

La résistance est le résultat de l'adaptation évolutive d'une population à une dose de pesticide qui est létale pour la majorité de ses individus. C'est un caractère héréditaire qui se transmet donc aux générations suivantes. La résistance à un pesticide n'est pas un phénomène qui apparaît chez un individu à un moment de son cycle biologique; c'est un caractère préexistant chez un très faible pourcentage d'individus de la population (trop faible pour pouvoir être mesuré ou observé). Au fur et à mesure que les traitements font disparaître les individus sensibles, il se produit un accroissement du pourcentage d'individus résistants qui survivent, se multiplient et transmettent leur résistance à leurs descendants.

L'utilisation à mauvais escient ou trop fréquente d'un pesticide peut faire apparaître une résistance chez tout ravageur. Bien que l'homologation de nouveaux produits présente certains avantages, les producteurs ne doivent plus compter uniquement sur les derniers progrès de la chimie des pesticides. Les problèmes à long terme découlant de la résistance aux pesticides dépassent de loin en importance les avantages à court terme qu'un nouveau produit peut apporter si celui-ci est utilisé à mauvais escient.

Les programmes de gestion des résistances visent à réduire la pression que les pesticides exercent sur les populations. On peut réduire l'emploi des pesticides en diversifiant les méthodes de lutte. Il existe un certain nombre de moyens pour y parvenir, qui s'inspirent de la lutte intégrée. Les producteurs qui mettent en place des programmes de lutte intégrée, qui utilisent les bonnes techniques de dépistage, et qui appliquent les bons procédés culturaux et les bonnes méthodes de lutte biologique et physique pratiquent, de ce fait même, une gestion des résistances.

Insectes et acariens

Lorsqu'un programme de LI inclut des pesticides, la résistance se développe plus vite si on utilise pendant trop longtemps des pesticides appartenant au même groupe chimique (p. ex., organophosphorés, pyréthrinoïdes de synthèse et carbamates). La vitesse à laquelle une résistance apparaît dépend d'un certain nombre de facteurs. Elle peut apparaître en aussi peu que 1-2 ans ou en 10 ans selon divers facteurs, à savoir :

- le ravageur visé
- le produit utilisé
- les produits utilisés antérieurement dans la serre
- la fréquence d'utilisation du produit
- l'introduction de ravageurs provenant d'autres installations
- les stratégies de gestion des résistances qui sont en place

Pour ralentir le développement d'une résistance, alterner les groupes chimiques à intervalles de quelques semaines ou à des intervalles déterminés par la durée d'une génération de l'insecte visé. Voir le chapitre 8, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 115, pour connaître la toxicité par groupe de produits. Mais avant tout, réduire l'utilisation des pesticides par la mise en œuvre d'un programme de lutte biologique bien rodé.

Maladies

Les fongicides sont les produits qui sont utilisés traditionnellement contre les maladies. On les utilise pour protéger des plants sains, pour traiter des plants infectés ou pour éradiquer des maladies. Il faut utiliser en alternance des produits ayant des modes d'action différents pour réduire les risques d'apparition d'une résistance. Cette rotation est de plus en plus importante parce que la plupart des fongicides récents ont un seul mode d'action et sont plus propices l'apparition de résistances. Ne jamais utiliser l'un après l'autre des fongicides appartenant à un même groupe chimique. Le numéro du groupe chimique est imprimé à l'avant de l'étiquette et figure au chapitre 10, tableau 10-2, *Pesticides homologués, par ennemi combattu*, p. 149. Dans la gestion des résistances, il est également crucial de freiner l'utilisation des fongicides et de rechercher d'autres méthodes de lutte. D'ailleurs un bon moyen de réduire le recours aux pesticides est de mieux comprendre et d'apprécier à leur juste valeur les pratiques culturales de lutte contre les malades.

Les pesticides doivent être utilisés de façon responsable et dans le cadre d'un programme plus large de gestion des résistances. Pour plus d'information sur l'utilisation des pesticides, voir le chapitre 8, *Activité, toxicité et application des pesticides*, p. 115.

Conditions de réussite de la lutte contre les maladies

Les mesures suivantes constituent les conditions de réussite de la lutte contre les maladies :

- Inspecter les cultures toutes les semaines dans le cadre d'un programme en bonne et due forme de dépistage des insectes, des acariens et des maladies. Cependant le programme de dépistage doit s'appuyer sur des inspections informelles effectuées quotidiennement (ou au moins deux fois par semaine); parcourir la ou les cultures pour assurer un dépistage précoce. Examiner le feuillage et les systèmes racinaires et, ce qui est tout aussi important, les réglages manuels et automatiques des paramètres environnementaux.
- La personne chargée du dépistage doit collaborer étroitement avec la personne chargée du calendrier et de la conduite des cultures. Idéalement, la personne qui effectue les travaux horticoles dans la serre devrait être celle à qui on confie le dépistage des maladies et la surveillance des paramètres ambiants. Dans de nombreuses exploitations, un employé devrait être affecté à ces tâches pour libérer le propriétaire-exploitant qui a d'autres préoccupations.
- L'exactitude du diagnostic (pathogène, insecte ou acarien) est cruciale. Si on n'a pas identifié correctement l'organisme en cause, il est impossible d'appliquer avec succès les stratégies de lutte culturale ou chimique. Pour les producteurs, ce sont les champignons du sol qui sont les plus difficiles à identifier. Ils peuvent envoyer des échantillons de sol à la Clinique de diagnostic phytosanitaire de l'Université de Guelph qui pourra poser un diagnostic plus précis. Pour plus de détails, voir l'annexe E, *Service de diagnostic*, p. 174. Pour certaines maladies bactériennes, fongiques et virales, il existe des trousses de diagnostic ELISA que les producteurs peuvent se procurer auprès d'Agdia Inc.
- S'appliquer à bien comprendre les maladies qui affectent les cultures que l'on produit. Le choix des stratégies de lutte et du moment de leur mise en œuvre devient alors partie intégrante d'un processus continu.
- À titre de propriétaire-exploitant, tenir des registres détaillés permettant de rapprocher les différents types de données sur les cultures, l'environnement, les insectes et les maladies, pour s'y référer quand un problème surviendra ou pour en faire l'analyse une fois la saison de croissance terminée.
- Noter aussi les conditions météorologiques pour pouvoir prévoir les problèmes. Par exemple, si l'été est frais, nuageux et pluvieux et que le système de chauffage central ne fonctionne pas, les conditions peuvent devenir propices au mildiou. Chez les producteurs de plants-mères de poinsettias, l'absence de chauffage d'appoint peut entraîner un

enracinement lent et inégal des boutures et une recrudescence de la pourriture à *Botrytis*. Pour ce qui est des insectes et des acariens, un été long et chaud sera propice à l'accroissement des problèmes causés par les tétranyques, et une vague de chaleur inhabituelle au début du printemps peut mener à un accroissement soudain du nombre de ravageurs tels que les thrips quelques semaines plus tard.

- Miser sur la prévention plutôt que sur les remèdes. Cette approche est cruciale dans tout système de production, mais en particulier dans les serres avec recyclage de la solution nutritive et sub-irrigation. De plus, comme les organismes pathogènes sont microscopiques, apprendre à prévoir les périodes où le risque d'infection est plus élevé. Lorsque les symptômes deviennent apparents, le pathogène est généralement présent depuis un certain temps et est devenu plus difficile à combattre.

5. Principaux insectes et acariens nuisibles

Biosécurité

La biosécurité vise à protéger une zone géographique ou une installation des ravageurs et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et l'éradication ou une maîtrise efficace de ceux qui sont déjà présents. Le temps consacré à la mise en place de mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies à la ferme est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures s'appuient sur de bonnes pratiques d'hygiène et de lutte intégrée qui sont décrites au chapitre 4, *Lutte intégrée contre les insectes et les acariens,* p. 53. L'élaboration d'une politique de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction et d'établissement de nouveaux ravageurs et de nouvelles maladies.

Organismes justiciables de quarantaine

Ce chapitre décrit les insectes et acariens nuisibles les plus fréquents dans les serres servant aux cultures ornementales. Il est important de souligner qu'il existe des ravageurs et des maladies qui, bien que beaucoup plus rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand ils sont présents. Certains de ces organismes sont réputés constituer une menace et sont déclarés « justiciables de quarantaine » par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Un organisme de quarantaine est un « organisme nuisible qui a une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui n'est pas encore présent dans cette zone ou bien qui y est présent, mais n'y est pas largement disséminé et fait l'objet d'une lutte officielle » (FAO, 2004). D'autres organismes peuvent sembler inoffensifs tant qu'ils ne se sont pas manifestés, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'ils représentent. En vertu de la *Loi sur la protection des végétaux*, la présence d'organismes réglementés doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide des mesures à prendre pour réagir à cette présence. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus qui pourraient éventuellement nuire à la floriculture de serre sont répertoriés au chapitre 6, *Ravageurs occasionnels,* p. 87, et au chapitre 7, *Principales maladies des plantes de serre*, p. 97. Pour plus d'information sur les organismes réglementés, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection local de l'ACIA. Voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173.

Thrips

Description et cycle biologique

Les thrips sont de petits insectes minces et agiles, d'environ 1,5 à 2 mm de long à pleine maturité. Les adultes varient en couleur du brun foncé ou noir au jaune ou orangé, alors que les jeunes thrips sont généralement blancs ou jaunes avec des yeux rouges. On retrouve plusieurs espèces de thrips dans les serres, dont le thrips des fleurs, le thrips de l'oignon et le thrips des petits fruits. Comme c'est le thrips des petits fruits qui est l'espèce la plus répandue dans les serres de l'Ontario, les mesures de lutte préconisées ci-dessous visent en bonne partie cette espèce.

Le cycle biologique de tous les thrips est semblable (voir la figure 5–1, *Thrips des petits fruits*, p. 72). La femelle adulte pond de petits œufs blancs à l'intérieur du parenchyme. Les œufs éclosent en 5-7 jours pour donner naissance à des nymphes blanches qui s'alimentent des feuilles et des pétales. Avant de devenir adultes, les thrips passent par deux stades nymphaux, une prépupaison et une pupaison (dans le sol ou sur la plante). Les adultes peuvent vivre jusqu'à 7 semaines. La période de développement de l'œuf à l'adulte peut être aussi courte que 12-13 jours à 30 °C et peut aller jusqu'à 19 jours à 20 °C.

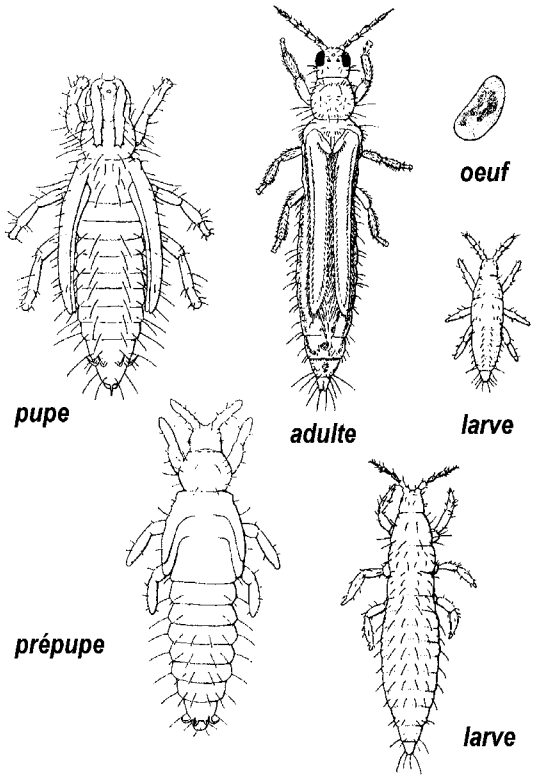
Dommages

Les pièces buccales sont du type piqueur-suceur. Elles causent l'apparition de stries blanches sur les feuilles ou de taches translucides sur les pétales de fleurs. Là où les insectes se sont nourris, on remarque l'accumulation

de matières fécales minuscules et noires à la surface des feuilles. La femelle adulte peut aussi nuire à la qualité des fruits dans des cultures comme celle de la tomate, y compris la tomate patio, en introduisant ses œufs dans les fruits. Aux endroits où se trouvent les œufs apparaissent des petites zones décolorées, ce qui cause un mûrissement inégal du fruit.

Cet insecte peut développer rapidement une résistance aux pesticides; il peut être porteur du virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou celui de la maladie bronzée de la tomate, qui peuvent avoir un effet dévastateur sur un bon nombre de cultures serricoles courantes. Un diagnostic sûr est essentiel parce que ces virus possèdent une gamme d'hôtes étendue chez qui les symptômes de l'infection virale varient énormément. La lutte contre la tache nécrotique de l'impatiente et la maladie bronzée de la tomate est difficile. Elle passe par la maîtrise des populations de thrips, l'élimination des plants infectés et un bon désherbage à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. L'utilisation de plantes indicatrices comme le pétunia ou la féverole à petits grains permet de détecter tôt la présence des deux virus.

Figure 5–1. Thrips des petits fruits



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Stratégies de lutte

La lutte doit reposer sur des dépistages réguliers avec plaquettes encollées jaunes ou bleues (les deux couleurs étant très attirantes pour les thrips des petits fruits) et sur l'inspection régulière des plantes.

On peut détecter les stades larvaires et adultes des thrips en tapotant les boutons ou les fleurs au-dessus d'une feuille de papier blanc et en inspectant ce qui s'y dépose.

Lutte biologique

On trouve sur le marché un certain nombre d'agents de lutte biologique contre les thrips : contre les stades où les thrips vivent dans les feuilles, les acariens prédateurs *Neoseiulus cucumeris, Amblyseius swirskii, Amblydromalus limonicus, Amblyseius degenerans* et la punaise prédatrice *Orius insidiosus*; et, contre les thrips à l'état de pupes vivant dans le sol, l'acarien prédateur *Hypoaspis* (aussi appelé *Gaeolaelaps ou Stratiolaelaps),* le staphylin prédateur *Atheta coriaria* (aussi appelé *Dalotia coriaria)* et le nématode *Steinernema feltiae.*

Pour un maximum de résultats, combiner plusieurs de ces agents. Les introduire lorsque les niveaux de populations de thrips sont faibles en utilisant le taux d'introduction correspondant à la limite supérieure de la fourchette suggérée par le fournisseur.

Neoseiulus cucumeris
Ce prédateur de couleur chamois se nourrit surtout des thrips du premier stade larvaire.

Neoseiulus cucumeris (N. cucumeris) est habituellement livré aux producteurs dans un mélange incluant son et acariens du son. Le son fournit la nourriture aux acariens du son qui à leur tour servent de nourriture aux acariens prédateurs. Ce mélange est vendu en petits sachets ou contenants à partir desquels on saupoudre directement le contenu sur la culture. Les sachets constituent de petites cellules d'élevage d'où les acariens prédateurs sortent de façon échelonnée sur plusieurs semaines.

Toujours bien examiner le mélange de son avant l'emploi. Le son ne doit comporter aucune trace de moisissure ni aucune odeur d'ammoniac. On doit y voir des acariens du son et des acariens prédateurs vivants. Les acariens prédateurs sains se déplacent rapidement, tandis que les acariens du son se déplacent plus lentement. Il est très important de suspendre

les sachets à l'abri des rayons du soleil pour éviter la déshydratation de leur contenu. Les taux d'application de ce prédateur varient selon la culture et le degré d'infestation par les thrips. Consulter le fournisseur d'agents de lutte biologique, un consultant ou un spécialiste de la floriculture en serre pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius swirskii
Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par son aspect et sa taille à *N. cucumeris.* Il est offert dans les mêmes formulations qu'*A. cucumeris* (mélanges en vrac et sachets à libération lente) et se nourrit des mêmes stades des thrips. Son efficacité serait supérieure à celle de *N. cucumeris*, particulièrement dans les cultures qui produisent du pollen comme celles du poivron ornemental, quoique les premières expériences menées dans des cultures ornementales comme celles du gerbera se révèlent aussi prometteuses. *Amblyseius swirskii* est également efficace contre d'autres ravageurs, notamment contre les aleurodes.

Consulter le fournisseur d'agents de lutte biologique, un consultant ou un spécialiste de la floriculture en serre pour connaître les quantités à relâcher.

Amblydromalus limonicus
A. limonicus a été introduit en Ontario en 2011. Il présente certains avantages sur *N. cucumeris* et *A. swirskii.* Comme *A. swirskii,* il se nourrit à la fois de thrips et d'aleurodes, mais la fourchette de températures sous lesquelles il est actif et efficace semble être plus étendue, celles-ci descendant même aussi bas que 13 °C. De plus, ce prédateur se nourrit des larves des premier et deuxième stades larvaires du thrips des petits fruits.

Consulter le fournisseur d'agents de lutte biologique, un consultant ou un spécialiste de la floriculture en serre pour connaître les quantités à relâcher.

Iphesius degenerans
Ce prédateur diffère d'*A. cucumeris* par son apparence et sa capacité de tolérer des conditions moins humides. Il est foncé, très agile et se reproduit très bien sur le pollen.

On peut en faire l'élevage sur des plants de ricin qui peuvent servir de points de départ des lâchers d'insectes dans la serre. Il donne un maximum de résultats là où une source de pollen (p. ex., poivrons de serre, y compris le poivron ornemental) en favorise l'établissement. À cause de cette contrainte, il est peu probable que cet agent de lutte biologique soit la meilleure option pour la plupart des cultures florales et d'ornement lorsque le produit est habituellement expédié avant qu'il y ait eu production d'une quantité appréciable de pollen.

Orius insidiosus
L'anthocoride *Orius insidiosus* est un prédateur ailé qui se nourrit de tous les stades mobiles du thrips. Les adultes sont noirs avec des taches blanches et crème sur les ailes. Les nymphes les plus jeunes sont jaunes tandis que les plus vieilles sont d'un brun acajou foncé.

Orius insidiosus se nourrit également de pollen, de tétranyques, de pucerons, d'aleurodes, d'œufs de noctuelles et de jeunes chenilles. Toutefois, les thrips constituent sa nourriture préférée.

Les anthocorides sont sensibles à la longueur du jour et ne doivent pas être relâchés dans les serres avant la mi-mars, à moins qu'ils ne bénéficient d'au moins 13 heures de clarté, comme lorsqu'on a recours à l'éclairage d'appoint.

Gaeolaelaps gillespiei, Stratiolaelaps scimitus (aussi appelés Hypoaspis)
Ces acariens terricoles complètent l'action des autres agents en dévorant les pupes de thrips contenues dans le substrat. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux et mouches des rivages,* p. 82.

Dalotia coriaria (aussi appelé Atheta)
À l'origine, on s'est intéressé à ce coléoptère pour lutter contre les mouches des terreaux et les mouches des rivages *(Ephydridae),* mais il dévore aussi les pupes des thrips dans le sol. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux et mouches des rivages,* p. 82.

Nématode (Steinernema feltiae)
Ce nématode pathogène pour les insectes est particulièrement efficace contre les pupes des thrips se trouvant dans le substrat. Il constitue maintenant un élément important des programmes de lutte biologique contre les thrips offerts aux producteurs de l'Ontario. Souvent, les applications se font à une fréquence hebdomadaire, par pulvérisation à la surface du sol. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouche des terreaux et mouches des rivages*, p. 82.

Lutte chimique

La lutte chimique contre le thrips des petits fruits peut être difficile en raison de sa tolérance à la plupart des pesticides et de l'habitude qu'il a de s'alimenter bien au creux des boutons floraux ou sur les feuilles non encore déployées. Cette habitude en fait une cible difficile à atteindre par les insecticides, d'où l'importance, au moment des traitements, de bien couvrir toute la plante. Voici des recommandations générales concernant l'usage de pesticides pour lutter contre les thrips :

- Au seuil d'intervention (niveau de population des thrips justifiant un traitement pour empêcher les thrips d'atteindre le seuil de nuisibilité économique), faire trois pulvérisations consécutives à 4-5 jours d'intervalles.
- Respecter les directives de lutte contre les résistances qui figurent sur l'étiquette.
- Alterner entre les groupes chimiques de pesticides en veillant à n'utiliser une même catégorie de produits que pendant la durée du cycle biologique des thrips. En règle générale, il faut donc changer de catégorie de pesticides toutes les 2 ou 3 semaines, selon le moment de l'année. Une même génération survit plus longtemps par temps frais.
- Quand le nombre de produits efficaces est limité, y recourir avec modération et uniquement aux moments critiques de l'année ou aux stades culturaux critiques. Adopter des stratégies de lutte intégrée afin de réduire l'utilisation des pesticides et les risques d'apparition d'une résistance.
- Appliquer les pesticides tôt le matin et tard l'après-midi pour mieux y exposer les thrips qui volent alors davantage.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les thrips, voir la fiche technique du MAAARO *Lutte contre les thrips dans les cultures de serre*.

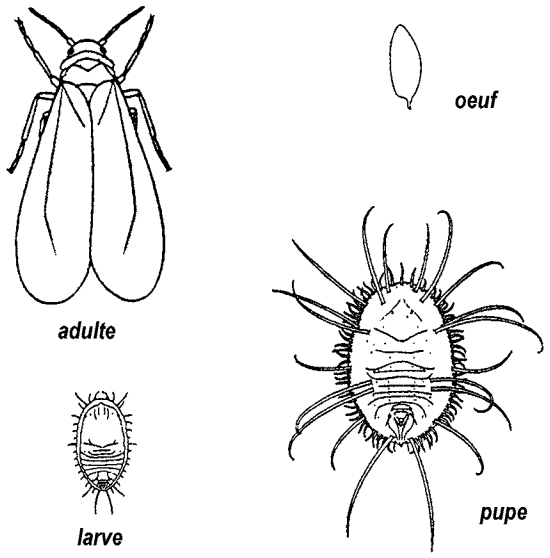
Aleurodes

Description et cycle biologique

Les aleurodes adultes sont de petits insectes ailés de couleur blanche mesurant environ 1,5 à 2 mm de long. Les œufs (trop petits pour qu'on puisse bien les voir sans l'aide d'un microscope) sont pondus au revers des feuilles les plus jeunes. Un aleurode femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs et vivre jusqu'à deux mois. Les nymphes, qui éclosent en 5-10 jours, sont plates et font penser à une cochenille; elles se déplacent ici et là sur la feuille avant de devenir immobiles.

Les adultes sortent après trois stades nymphaux et la pupaison. On peut voir les reliquats de pupes et les adultes au revers des feuilles basses, qui peuvent montrer des signes de flétrissure. En moyenne, le cycle biologique est complété en 35 jours à 18 °C et en 18 jours à 30 °C. Les aleurodes n'hivernent pas à un stade particulier de leur développement et peuvent survivre tant qu'il y a autour d'eux une forme ou une autre de vie végétale.

Figure 5–2. Aleurode des serres



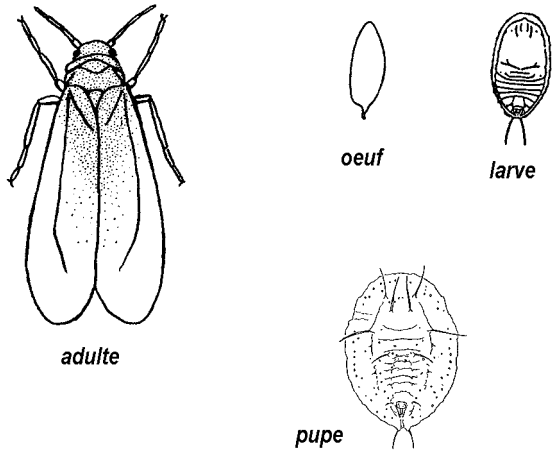
Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Espèces d'aleurodes

En Ontario, il existe deux espèces d'aleurodes qui préoccupent les serriculteurs : l'aleurode des serres et l'aleurode de la patate douce (*Bemisia*). Elles sont représentées à la figure 5–2, *Aleurode des serres*, p. 74, et à la figure 5–3, *Aleurode de la patate douce*, ci-contre. Les adultes des deux espèces se ressemblent beaucoup. On peut pourtant les différencier.

- L'aleurode de la patate douce est un peu plus petit que celui des serres et son corps est plus jaune.
- Au repos, les ailes de l'aleurode de la patate douce sont repliées en forme de tente au-dessus de son corps, tandis que l'aleurode des serres replie ses ailes à plat, presque parallèlement à la surface sur laquelle l'insecte est posé.
- Les différences majeures qui servent à l'identification des deux espèces se voient à la pupaison. La pupe de l'aleurode des serres est blanche ou crème, est surélevée par rapport à la surface du limbe et son pourtour est garni d'une frange de poils, tandis que dans le cas de l'aleurode de la patate douce, la pupe a une teinte plus jaunâtre, repose à plat à la surface du limbe et n'a aucune frange. On remarque mieux ces caractères au microscope, bien qu'avec de la pratique, on puisse les voir avec une loupe grossissant 10 fois.
- En Ontario, l'aleurode de la patate douce infeste surtout le poinsettia; il est introduit dans les serres sur des boutures infestées. Il peut aussi s'établir dans d'autres cultures. Toutefois, il ne passe pas facilement d'une culture de poinsettia à d'autres cultures. Quand on le trouve sur d'autres cultures, c'est qu'il est habituellement arrivé sur du matériel végétal infesté.
- On trouve deux biotypes de l'aleurode de la patate douce en Amérique du Nord. Le biotype B est observé dans les serres depuis la deuxième moitié des années 1980, surtout dans les cultures de poinsettia. Le biotype Q, d'origine méditerranéenne, a été observé pour la première fois en Amérique du Nord en 2004, sur des poinsettias. Des rapports indiquent que ce biotype développe rapidement une résistance aux pesticides. Il aurait aussi un plus vaste éventail d'hôtes que le biotype B et contribuerait davantage à propager différents phytovirus. Ces deux biotypes sont maintenant considérés comme des espèces distinctes.

Figure 5–3. Aleurode de la patate douce



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Dommages

Leurs pièces buccales, de type piqueur-suceur, permettent aux aleurodes de sucer la sève des plantes et de les rendre ainsi moins vigoureuses.

Les aleurodes produisent de grandes quantités de miellat propice à la croissance du champignon responsable de la fumagine à la surface des feuilles et des fruits, amenant une réduction de l'activité photosynthétique dans le premier cas et une détérioration de la qualité des fruits, dans le second. La fumagine en soi n'endommage toutefois pas les plantes.

Par exemple, l'aleurode de la patate douce serait vecteur de plus de soixante virus et on associerait l'aleurode des serres à la propagation du pseudovirus de la jaunisse grave de la betterave dans les concombres.

Stratégies de lutte

Mettre en place un programme de surveillance systématique basé sur l'utilisation de plaquettes jaunes encollées et sur une inspection visuelle des plants.

Identifier les espèces d'aleurodes présentes dans la culture.

Envisager d'utiliser des plantes-appâts (des plantes hôtes qui sont plus attirantes pour les aleurodes que la culture principale), comme indicatrices pour le dépistage précoce ou pour attirer les aleurodes à un endroit plus circonscrit afin de mieux les maîtriser. Des plantes comme l'aubergine et la tomate peuvent être utiles à cette fin, surtout pour attirer l'aleurode des serres; il faut savoir toutefois que le recours à ces plantes peut donner lieu à d'autres infestations qui, si on n'y prend garde, peuvent transformer la solution en un nouveau problème.

Réagir promptement dès qu'on remarque la présence d'aleurodes adultes sur les plaquettes ou sur les feuilles terminales.

Bien désherber à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.

Lutte biologique

Trois guêpes parasites sont offertes sur le marché pour lutter contre les aleurodes : *Encarsia formosa, Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus eremicus*. L'antagoniste *Encarsia formosa* est plus efficace contre l'aleurode des serres, bien qu'il permette aussi de combattre jusqu'à un certain point l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus mundus* est un antagoniste spécifique très efficace contre l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus eremicus* est plus efficace contre l'aleurode de la patate douce, mais peut aussi assurer une bonne maîtrise de l'aleurode des serres. Les acariens prédateurs *Amblyseius swirskii* et *Amblydromalus limonicus* seraient apparemment très efficaces non seulement contre les thrips, mais aussi contre toutes les espèces d'aleurodes. Par ailleurs, on trouve aussi dans le commerce *Delphastus catalinae,* un petit coléoptère de couleur noire, qui n'est probablement surtout efficace que lorsque les populations d'aleurodes sont nombreuses (une situation que la plupart des producteurs chercheraient à combattre plus rapidement à l'aide de pesticides, quoique ce prédateur s'est révélé très efficace dans des cultures comme celle du gerbera coupé).

Une bonne hygiène, la lutte contre les mauvaises herbes et une faible population d'aleurodes au départ sont nécessaires à la réussite de la lutte biologique dirigée contre ce ravageur.

Encarsia formosa

D'une longueur d'environ 0,6 mm, les guêpes adultes tuent les aleurodes soit en pondant leurs œufs à l'intérieur des individus immatures ou des nymphes (surtout les troisième et quatrième stades larvaires) dont l'apparence fait penser aux cochenilles, soit en se nourrissant directement des jeunes nymphes d'aleurodes. Le prédateur adulte peut vivre de quelques jours à un mois, selon la température. Les femelles pondent 50-350 œufs au cours de leur vie. La nymphe de l'aleurode des serres noircit de 10 à 14 jours après avoir été parasitée. En moyenne, il faut deux autres semaines avant que la guêpe adulte ne sorte. Lorsque l'adulte est complètement formé, il perce une ouverture dans la partie supérieure de la nymphe noircie avant d'en sortir. Les aleurodes de la patate douce parasités prennent une coloration jaunâtre tirant sur le brun et sont plus difficiles à trouver. Dans la lutte biologique contre l'aleurode de la patate douce, *Eretmocerus* constitue un meilleur choix.

Voici des conseils destinés à accroître l'efficacité de l'utilisation d'*Encarsia* :

- Éviter d'utiliser des pesticides à action rémanente prolongée au moins dans les trois mois qui précèdent le lâcher initial. Consulter les listes des effets secondaires offertes par les fournisseurs d'agents de lutte biologique.
- Surveiller la culture à tous les stades de la production de façon à déceler la présence d'aleurodes et à suivre l'évolution des populations. Ces données permettent de déterminer avec plus de précision la quantité d'*Encarsia* à lâcher et le moment le plus propice pour le faire.
- Introduire *Encarsia* dès les premiers signes de présence d'aleurodes ou, de façon préventive, avant qu'ils ne soient détectés. Si les aleurodes sont présents avant l'introduction des antagonistes, utiliser un pesticide ayant une faible rémanence pour en abaisser la population.
- Éviter d'utiliser *Encarsia* entre décembre et février, à moins de modifier l'éclairage et la température pour convenir au parasite. Ces deux mois demeurent ceux où *Encarsia* a le plus de mal à s'établir dans les serres.
- Lâcher *Encarsia* aux endroits ombragés des plants, où ces parasites seront à l'abri de la lumière directe.
- Répartir uniformément les cartes, mais en placer davantage là où des aleurodes ont été vus. Pour une répartition plus uniforme, se procurer des cartes comptant chacune un moins grand nombre de nymphes parasitées.

- Au cours des opérations d'effeuillage ou d'élagage dans des cultures légumières comme celle de la tomate, ne pas ôter les feuilles portant des nymphes immatures parasitées sous peine de nuire à l'accroissement de la population d'*Encarsia* et au taux de parasitisme.
- Continuer d'introduire *Encarsia* jusqu'à ce qu'au moins 80 % des nymphes sur les feuilles les plus vieilles aient noirci. Au cours des mois d'été, lorsque les aleurodes migrent vers les serres, maintenir, voire augmenter, le nombre des parasitoïdes.

Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus eremicus
Les adultes sont jaunes et mesurent environ 0,6 mm de long. Les femelles pondent leurs œufs sous des larves d'aleurodes qui ont habituellement atteint le deuxième ou le troisième stade larvaire. La proportion des sexes chez cette guêpe est de 1:1 (mâle:femelle), alors que dans le cas d'*Encarsia,* toute la population est femelle. L'efficacité de cette guêpe est attribuable au parasitisme et au mode d'alimentation des hôtes, qui mangent les hôtes. Les nymphes d'aleurodes parasitées prennent une couleur jaune brunâtre, aussi bien chez l'aleurode des serres que chez l'aleurode de la patate douce. *E. mundus* est spécifique à l'aleurode de la patate douce (*Bemisia*), tandis qu'*E. eremicus* se nourrit des deux espèces d'aleurodes.

Amblyseius swirskii
Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par sa taille et son aspect à *N. cucumeris,* un prédateur des thrips. Il se nourrit aussi de thrips, mais contrairement à *N. cucumeris,* il est un prédateur très efficace des aleurodes.

Amblyseius swirskii se nourrit des œufs et des larves mobiles des aleurodes, ce qui en fait un agent de lutte biologique très compatible avec les guêpes parasites utilisées contre les aleurodes, qui elles, s'attaquent aux stades plus tardifs. *A. swirskii* est vendu en mélanges en vrac ou en sachets à libération lente.

Apparemment, cet agent de lutte biologique serait particulièrement efficace dans les cultures qui produisent du pollen. Les expériences menées dans des cultures ornementales comme celle du gerbera se révèlent prometteuses.

Consulter le fournisseur d'agents de lutte biologique, un consultant ou un spécialiste de la floriculture en serre pour connaître les quantités à relâcher.

Amblydromalus limonicus
A. limonicus a été introduit en Ontario en 2011. À l'instar d'*A. swirskii*, ce prédateur se nourrit à la fois de thrips et d'aleurodes, mais il serait apparemment actif et efficace sous une fourchette de températures plus étendue, allant même aussi bas que 13 °C.

Consulter le fournisseur d'agents de lutte biologique, un consultant ou un spécialiste de la floriculture en serre pour connaître les quantités à relâcher.

Delphastus catalinae
Delphastus est un coléoptère prédateur. Les stades adulte et larvaires de *Delphastus pusillus* s'alimentent d'aleurodes, en particulier de leurs œufs et de leurs nymphes. Apparemment, *Delphastus* évite les nymphes déjà parasitées, se nourrissant essentiellement de celles qui sont non parasitées. Ce comportement en fait un allié compatible avec l'utilisation d'*Encarsia.* On recommande d'utiliser ce coléoptère comme complément à l'activité d'*Encarsia,* dans le but de réduire les populations d'aleurodes. Le *Delphastus* adulte vit de 6 à 9 semaines. On dit qu'il a besoin de consommer un minimum de dix œufs d'aleurode par jour pour être en mesure de se reproduire.

Lutte physique

Pièges encollés

Les pièges jaunes encollés, sous différentes formes, permettent de capturer de grandes quantités d'aleurodes adultes. Les grosses plaquettes jaunes encollées peuvent être placées près des foyers d'infestation. On peut aussi suspendre un ruban jaune encollé entre les poteaux ou au-dessus des rangs. Ces rubans permettent aussi de capturer les mouches des terreaux, les mouches des rivages *(Ephydridae), Aphidius* spp. et *Encarsia,* surtout si les populations d'aleurodes sont faibles. Faire preuve de prudence lorsqu'on utilise un grand nombre de rubans encollés conjointement avec des parasitoïdes, notamment *Eretmocerus,* qui est fortement attiré par la couleur jaune.

Aspiration

L'utilisation d'un aspirateur à main est un moyen très efficace de détruire rapidement les aleurodes adultes près des foyers d'infestation.

Filets anti-insectes

La protection des portes et des prises d'air par des moustiquaires à mailles très serrées réduit considérablement la migration vers la serre des aleurodes provenant de l'extérieur. Lorsque les aleurodes migrent en grands nombres à certaines périodes de l'année (durant la récolte, par exemple) en provenance de champs adjacents (champs de tomates, par exemple), l'installation de moustiquaires doit être la première ligne de défense.

Lutte chimique

Pour faire une utilisation rationnelle et judicieuse des pesticides, il faut mettre en place un programme de surveillance soutenu, déterminer l'importance des populations d'aleurodes et la pertinence des traitements, faire la rotation des catégories de pesticides et recourir à des mesures de lutte non chimiques. Les aleurodes ont acquis une résistance à de nombreux pesticides. On doit faire preuve de circonspection si l'on veut prolonger l'utilisation de ces produits et en même temps retarder l'apparition d'une résistance.

Lorsqu'on utilise un insecticide systémique comme l'imidaclopride, on doit s'assurer de l'appliquer correctement. Il faut que le système racinaire soit bien développé et que le plant soit en croissance active. Si l'on pince le plant, attendre de 10 à 14 jours avant d'appliquer le produit. Limiter l'arrosage pendant la semaine qui suit l'application afin de réduire le lessivage; l'imidaclopride est très soluble à l'eau et est facilement emporté hors du pot par le lessivage.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les aleurodes, voir la fiche technique du MAAARO *Les aleurodes dans les cultures de serre - Biologie, dommages et lutte*.

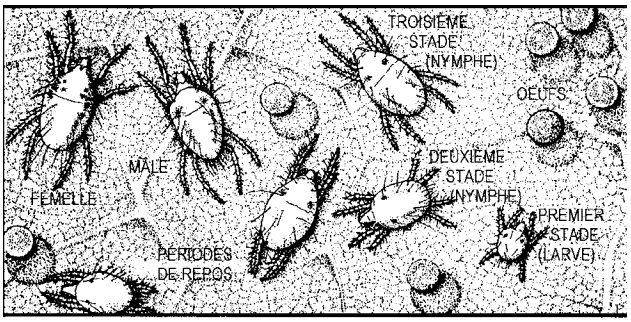
Tétranyque à deux points

Description et cycle biologique

Le tétranyque à deux points s'attaque à une gamme étendue de cultures de serre. La femelle adulte a huit pattes, possède un abdomen rond et mesure environ 0,5 mm de long. Le mâle se distingue de la femelle par son corps plus petit et plus étroit et par son abdomen effilé. La coloration des adultes varie du jaune pâle à l'orangé et au brun. Le stade d'hivernage ou de diapause est de couleur rouge orangé. La réduction de la luminosité à 12 heures ou moins, la baisse de la température et la raréfaction des aliments sont autant de facteurs qui peuvent déclencher la diapause chez le tétranyque. Pendant cette diapause, il peut tolérer de très basses températures; une brève période de réchauffement ne suffit pas à le sortir de sa dormance.

L'inspection visuelle de la face inférieure des feuilles permettra de voir les tétranyques sous la forme de minuscules points mobiles. Les deux points foncés sur le corps du tétranyque sont le contenu gastro-intestinal vu à travers son corps transparent. Après l'accouplement, la femelle commence à pondre environ six œufs blanc nacre par jour. Sur une durée de vie moyenne, la femelle peut pondre 100 œufs et plus à la face inférieure du feuillage. Les individus fraîchement éclos passent par le stade larvaire typique à six pattes, puis par les stades de la protonymphe et de la deutonymphe à huit pattes. Le dernier stade est caractérisé par une période de repos et d'immobilité où les individus sont très tolérants aux acaricides. Le cycle biologique, de l'œuf à l'adulte, dure 23 jours à 15 °C et 4 jours seulement à 32 °C (figure 5–4, *Tétranyque à deux points*, ci-dessous). Le développement est plus rapide par temps chaud et sec.

Figure 5–4. Tétranyque à deux points



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Dommages

À tous les stades actifs de son développement, le tétranyque à deux points s'alimente en piquant l'épiderme inférieur des feuilles à l'aide de ses pièces buccales de type suceur. Au début, les dégâts se limitent à quelques piqûres jaunes sur la feuille Cependant, au fur et à mesure que la population augmente, les dégâts s'étendent à la feuille tout entière, qui prend alors une apparence pâlotte ou dont la face

supérieure se couvre de ponctuations. Les feuilles gravement infestées deviennent jaunes, cassantes, et sont couvertes de toiles bien visibles.

Certaines plantes (p. ex., l'hibiscus) affichent une réaction de toxicité à l'alimentation des tétranyques à deux points; les feuilles jaunissent et tombent du plant même à des densités de population des tétranyques relativement faibles. Si on n'intervient pas pour réprimer l'infestation, les plantes peuvent en mourir.

Les populations de tétranyques paraissent pulluler à certains moments de l'année en raison de la forte influence de la température sur leur cycle biologique. D'autres facteurs comme l'hygrométrie, la nutrition végétale et les cultivars sont aussi importants, et peuvent à l'occasion contribuer à réduire les infestations.

Stratégies de lutte

Dans les cultures ornementales, la surveillance doit reposer sur une inspection périodique des plantes en vue de détecter les premières infestations avant que les tétranyques ne pullulent. Accorder une attention particulière aux cultivars et aux cultures sensibles à ce ravageur. Dans certaines cultures comme celle du rosier, inspecter à la fois la partie supérieure et la partie inférieure du couvert végétal.

Pour réduire l'importance des premières infestations dans les cultures légumières subséquentes, faire un bon nettoyage en fin de saison de culture, soit juste avant que les tétranyques n'entrent en hibernation ou en diapause. En effet les tétranyques en diapause passent l'automne et l'hiver dans le sol, dans les tiges creuses, les raccords de tuyauterie, les fissures et les crevasses. Ils reprennent leur activité vers la fin de l'hiver et au début du printemps. Les stades où le tétranyque est rouge sont généralement assez tolérants aux pesticides et ne sont pas des proies faciles pour les prédateurs. Lorsqu'on détecte des tétranyques rouges sortis de leur diapause, pulvériser un savon sur les feuilles légèrement infestées, et enlever et détruire celles qui sont gravement infestées.

Lutte biologique

La lutte biologique contre le tétranyque est possible grâce à l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis*. D'autres acariens prédateurs, dont certaines souches qui résistent à des températures élevées ou à certains pesticides, peuvent aussi contribuer à réduire les populations de tétranyques. Ainsi, l'acarien prédateur *Amblyseius californicus* tolérerait mieux la sécheresse tandis qu'*Amblyseius fallacis* serait résistant à certains pesticides. De nombreux producteurs ontariens obtiennent de bons résultats avec ces prédateurs ou avec d'autres prédateurs comme *Amblyseius andersoni*. Parmi les autres agents de lutte biologique servant à combattre le tétranyque à deux points, mentionnons la cécidomyie prédatrice *Feltiella acarisuga* et la coccinelle prédatrice *Stethorus punctillum*.

Phytoseiulus persimilis

Phytoseiulus persimilis est à peu près de la même grosseur que le tétranyque à deux points. Il se distingue toutefois du ravageur par son corps piriforme, par l'absence des deux points, par sa couleur qui va du saumon pâle à l'orangé vif, par ses déplacements qui sont beaucoup plus rapides et par ses longues pattes. Il se nourrit spécifiquement de tétranyques et n'entre pas en diapause.

En l'absence de tétranyques, les prédateurs meurent, si bien qu'il faut les réintroduire à chaque nouvelle infestation. Les prédateurs adultes dévorent environ sept adultes ou 15-20 œufs par jour. À 20 °C, *P. persimilis* se reproduit pratiquement deux fois plus vite que le tétranyque à deux points. La lutte à l'aide de cet insecte utile donne un maximum de résultats entre 20 et 26 °C. À plus de 30 °C et à des taux d'humidité inférieurs à 60 %, les prédateurs deviennent moins efficaces, car ils cherchent alors à se réfugier dans la partie basse du feuillage où ils sont plus au frais. Par ailleurs, ces mêmes conditions sont propices à la prolifération des tétranyques.

Les prédateurs sont offerts sur le marché soit mélangés à de la vermiculite, soit sur des feuilles de haricots. Avec l'un ou l'autre support, toujours traiter les plants infestés dès les premiers signes de dommages. Dans la mesure du possible, placer quelques prédateurs sur chacune des feuilles infestées. Avant de lâcher les prédateurs, toujours s'assurer qu'ils sont bien vivants et très actifs.

Lutte culturale

La pulvérisation d'eau en brouillard sur les plants et l'élévation des niveaux d'humidité contribuent à supprimer les populations de tétranyques. Ainsi, à 20 °C et à 36 % d'humidité relative, les tétranyques à deux

points femelles pondent environ sept œufs par jour. Quand l'humidité relative atteint 95 %, elles pondent environ 30 % moins d'œufs.

Lutte chimique

En raison de leur capacité de reproduction énorme, les tétranyques à deux points développent facilement une résistance aux pesticides. Si l'on compte en réprimer les populations à l'aide de pesticides, voici les directives à observer :

- Diriger le jet sous les feuilles, là où se regroupent normalement les tétranyques.
- Assurer un bon recouvrement. Cellui-ci est indispensable pour une lutte efficace, surtout lorsqu'on utilise des acaricides de contact comme Dyno-Mite, Floramite et Shuttle.
- Comme les toiles qu'on retrouve dans les zones de fortes infestations peuvent servir à protéger les tétranyques et les œufs qui se dissimulent à l'intérieur de la toile ou derrière celle-ci, il faut parfois augmenter la pression afin d'y faire pénétrer la bouillie.
- Mettre en œuvre des mesures de lutte non chimiques dans toute la mesure du possible pour réduire l'apparition d'une résistance aux pesticides.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les tétranyques, voir la fiche technique du MAAARO *Les acariens des cultures de serre, description, biologie et éradication*.

Pucerons

Description et cycle biologique

Les pucerons sont des insectes de petite taille (2 à 3 mm), à corps mou, possédant de longues pattes et antennes. Une paire d'appendices tubulaires, les cornicules, prolongent la partie postérieure de l'insecte. On peut retrouver plusieurs espèces dans les serres, dont la coloration varie entre le noir, le gris, le rouge, le jaune et le vert. Les espèces de pucerons les plus fréquentes dans les serres sont le puceron vert du pêcher *(Myzus persicae),* le puceron du melon *(Aphis gossypii),* le puceron de la digitale *(Aulacorthum solani)* et le puceron de la pomme de terre *(Macrosiphum euphorbiae)*.

Le puceron vert du pêcher était l'espèce de puceron dominante en Ontario jusqu'au début des années 1990, époque où le puceron du melon est devenu de plus en plus commun. À la fin des années 1990, dans les serres de l'Ontario, l'incidence du puceron de la pomme de terre et du puceron de la digitale s'est accrue; à l'heure actuelle (2014) le puceron vert du pêcher et le puceron de la digitale sont les espèces les plus communes.

Les pucerons adultes sont en majorité aptères, quoique dans des conditions de densités de population élevées, des adultes ailés puissent également apparaître. Cette adaptation est un mécanisme de dispersion qui permet aux individus en provenance de l'extérieur de s'introduire dans la serre, ou de se propager rapidement à l'intérieur de celle-ci.

Dans une serre, tous les pucerons sont femelles. Leurs petits naissent vivants et peuvent se reproduire en 7 à 10 jours (voir la figure 5–5, *Puceron vert du pêcher*, p. 81). Un puceron peut engendrer de 60 à 100 petits sur une période de 20 jours. Les populations croissent donc très rapidement.

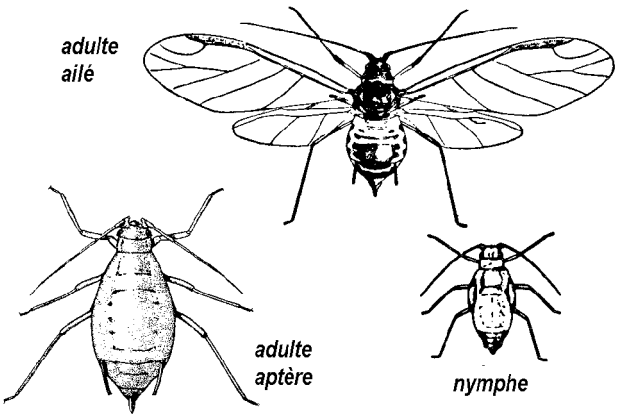
Dommages

Les pucerons piquent le tissu végétal avec leurs pièces buccales et sucent la sève, ce qui provoque une déformation des feuilles et des fleurs. La déformation des points végétatifs des plantes est particulièrement fréquente lors des infestations de puceron de la digitale.

Les pucerons passent par plusieurs stades avant de devenir adultes. Les exuvies qu'ils laissent chaque fois derrière eux sont des signes visibles de leur présence.

Ils exsudent une substance sucrée et collante, appelée miellat, qui favorise le développement de la fumagine. Certains pucerons peuvent transmettre des maladies virales des plantes, par exemple le virus de la mosaïque du concombre dans les cucurbitacées.

Figure 5–5. Puceron vert du pêcher



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Stratégies de lutte

Pour le dépistage des pucerons, on emploie des plaquettes jaunes encollées qui piègent les adultes ailés.

Dans le cas des pucerons aptères toutefois, inspecter soigneusement et régulièrement les nouvelles feuilles afin d'empêcher une grosse infestation de se développer.

Les traitements localisés de foyers d'infestation isolés peuvent prévenir leur dispersion dans le reste de la serre.

Lutte biologique

Il existe plusieurs agents de lutte biologique qu'on peut se procurer facilement : le moucheron prédateur *Aphidoletes aphidimyza,* les guêpes parasites *Aphidius* spp. et plusieurs coccinelles. Les moucherons *Aphidoletes* et les coccinelles servent normalement de complément à l'action de l'*Aphidius,* afin de réduire les populations de pucerons dans les zones de forte infestation.

Aphidoletes aphidimyza
Au stade adulte, *Aphidoletes aphidimyza* ressemble à un petit moustique ou à une mouche des terreaux. Les femelles pondent leurs œufs (jusqu'à 200 au cours de leur vie) à proximité des colonies de pucerons, si bien que dès leur éclosion, les larves de couleur orangée sont tout près de leur source de nourriture.

Les larves éclosent habituellement au bout de 2 ou 3 jours. Après 7-14 jours de stade larvaire, elles tombent au sol pour la pupaison. Ce stade dure habituellement environ 2 semaines. L'*A. aphidimyza* adulte se nourrit de miellat. Les larves peuvent tuer 3-50 pucerons par jour. Compte tenu de la longueur normale du jour, *A. aphidimyza* entre en diapause en septembre et reste inactive jusqu'en mars.

Aphidius spp.
Cette guêpe parasite n'entre pas en diapause et peut être efficace toute l'année. Pendant l'été, d'autres espèces de guêpes parasites vivent aux dépens d'*Aphidius,* réduisant ainsi l'influence que cette dernière exerce sur les populations de pucerons. Les conditions optimales pour *Aphidius* sont une température de 18 à 25 °C et 80 % d'humidité relative. Le passage d'*Aphidius* de l'œuf à l'adulte prend environ 10 jours à 25 °C et 14 jours à 21 °C.

Plusieurs espèces d'*Aphidius* sont offertes sur le marché. *Aphidius matricariae* peut parasiter une quarantaine d'espèces de pucerons, y compris le puceron vert du pêcher. Cette guêpe se retrouve à l'état naturel en Ontario et il n'est pas rare d'en retrouver des infestations dans les serres là où l'emploi de pesticides a été réduit. *Aphidius colemani* est efficace contre le puceron du melon et le puceron vert du pêcher, mais non contre le puceron de la digitale ni contre le puceron de la pomme de terre. *Aphidius ervi* constitue le meilleur choix pour lutter contre le puceron de la digitale et le puceron de la pomme de terre.

Coccinelles (Hippodamia convergens, Adalia bipunctata* et *Harmonia axyridis)
Les stades adulte et larvaire de la coccinelle se nourrissent de pucerons et peuvent en dévorer de grands nombres au cours de leur vie. Les coccinelles entrent en diapause lorsque les journées raccourcissent. Lorsque la longueur du jour leur convient, les coccinelles doivent se nourrir de pucerons pour maintenir leur activité de ponte. Les œufs sont fuselés, orangés et disposés en cercle sur la face inférieure des feuilles. Ils éclosent en 2 à 5 jours.

Le stade larvaire dure environ 3 semaines, après quoi les larves se transforment en pupes. Les adultes sortent des pupes après 3 à 5 jours. Pour accroître le pourcentage de coccinelles qui restent dans la serre, pulvériser un liquide sucré, telle une boisson gazeuse diluée, sur les insectes, et faire les lâchers tard en soirée. Ce liquide sucré est une source immédiate d'énergie et d'eau.

La coccinelle *Harmonia* (aussi appelée « coccinelle asiatique » ou « coccinelle asiatique multicolore ») est elle-même devenue nuisible dans le sud de l'Ontario. Comme de grandes populations s'y sont établies, elles en sont venues à envahir les maisons où elles trouvent refuge durant l'hiver, incommodant ainsi les occupants.

Plus grave encore, elles sont également un ennemi du raisin de cuve (raisin destiné à la préparation du vin), du fait que les coccinelles adultes infestent les grappes et contaminent le moût. Leur établissement en plein air en Ontario est lié non pas à leur utilisation comme agent de lutte biologique dans les serres, mais plutôt à leur introduction en Amérique du Nord en provenance d'Asie il y a de nombreuses années. Toutefois, la mauvaise presse qu'ont ces insectes fait en sorte que de moins en moins d'insectariums commerciaux en produisent et en vendent, même si ces coccinelles peuvent être très efficaces dans les serres.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les pucerons, voir la fiche technique du MAAARO *Les pucerons en serriculture*.

Mouches des terreaux et mouches des rivages

Description et cycle biologique

La mouche adulte, de couleur gris-noir, mesure environ de 3 à 4 mm de long et possède de longues pattes, des antennes filiformes et de grands yeux composés qui se rejoignent à la base des antennes. L'adulte vole peu et peut s'observe fréquemment se reposant à la surface du substrat. Chaque femelle a une longévité d'une dizaine de jours et pond quelque 150 œufs blancs et ovales dans la matière organique du milieu de culture. Ces derniers éclosent en 2 à 7 jours, selon la température, pour donner place à des larves blanches de 4 à 6 mm de long.

Les larves ont douze segments abdominaux et une tête noire luisante caractéristique. Au cours de la pupaison, qui s'effectue dans le sol, les larves demeurent immobiles pendant 4 à 6 jours, après quoi les mouches adultes en sortent. Les mouches des terreaux, comme la plupart des insectes, sont plus actives et se développent plus rapidement à des températures plus élevées. Le cycle biologique (voir figure 5–6, *Mouche des terreaux*, p. 83) prend 21 jours à 24 °C, comparativement à 38 jours à 16 °C.

Attention de ne pas confondre la mouche des terreaux avec la mouche des rivages ou « mouche brune » *(Ephydridae),* un autre ravageur qu'on trouve fréquemment dans les serres, mais qui est toutefois plus trapu, vole davantage et se distingue par quatre points transparents sur les ailes. Ses larves (voir figure 5–7, *Mouche des rivages*, p. 83) vivent dans le sol comme celles des mouches des terreaux, mais elles n'ont pas la tête globuleuse noire caractéristique de ces dernières. La mouche des rivages préfère des milieux plus humides que la mouche des terreaux. On la trouve souvent dans des zones humides sous les banquettes où les adultes et les larves se nourrissent d'algues.

Les mouches des rivages ne sont généralement pas considérées comme une menace directe pour les cultures de serre, mais peuvent s'attaquer aux racines des plants dans les serres où l'eau est recyclée. La lutte contre les mouches des rivages passe par la maîtrise des algues, soit directement, par l'emploi de produits chimiques, soit indirectement, par un abaissement du taux d'humidité nécessaire à la prolifération des algues ou par une réduction de la forte luminosité nécessaire aux algues, qui peut se faire par l'installation d'une jupe noire autour des banquettes.

Dommages

Bien qu'elles se nourrissent généralement de matière organique en décomposition dans le sol, les mouches des terreaux peuvent également s'en prendre aux jeunes racines de plantes, surtout si elles pullulent.

Elles ont aussi déjà été observées en train de se nourrir de jeunes pousses de concombre. Les plantes dont les racines ont été attaquées par les mouches des terreaux sont plus vulnérables aux maladies racinaires comme le pourridié pythien. D'ailleurs, les mouches des terreaux et les mouches des rivages jouent un rôle dans la propagation d'organismes pathogènes comme *Fusarium, Verticillium* et *Rhizoctonia*.

Stratégies de lutte

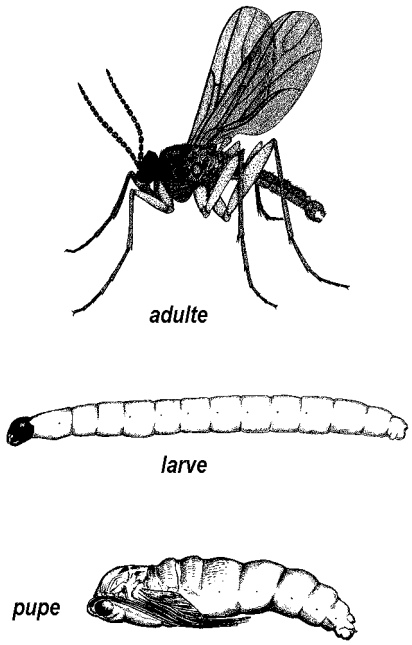
L'hygiène dans la serre tout comme à l'extérieur est indispensable.

Éviter l'arrosage excessif et assurer un drainage convenable du milieu de culture pour empêcher la formation de flaques, car les mouches des terreaux et les mouches des rivages se plaisent dans un environnement humide.

Lutte biologique

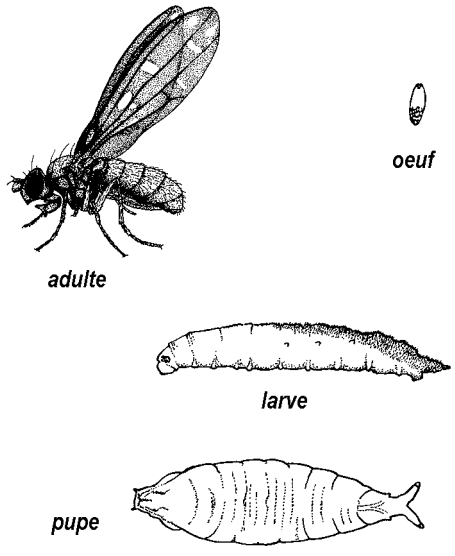
La lutte biologique se fait au moyen de deux acariens prédateurs, *Gaeolaelaps* et *Stratiolaelaps (*également appelés *Hypoapsis*), d'un coléoptère prédateur, *Dalotia* (aussi appelé *Atheta*) *coriaria*, et d'un nématode parasite, *Steinernema feltiae*.

Figure 5–6. Mouche des terreaux



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Figure 5–7. Mouche des rivages



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Gaelolaelaps, Stratiolaelaps (Hypoaspis)

Ces prédateurs sont des acariens bruns qui vivent dans le sol et qui se nourrissent des œufs et des larves de mouches des terreaux ainsi que d'algues, de pupes de thrips, de collemboles, de nématodes et de larves de plusieurs espèces de mouches et de coléoptères. Ce sont des acariens résistants qui peuvent survivre environ 24 jours sans nourriture et qui ne souffrent pas du manque de lumière. Leur cycle biologique dure de 9 à 11 jours environ dans une serre.

On les trouve principalement à la surface ou dans le premier centimètre supérieur de substrat. Leur efficacité est optimale lorsqu'on les intègre au substrat immédiatement après l'empotage, ou la mise en terre dans le cas des plantules de légumes, c'est-à-dire lorsque que les populations de mouches des terreaux sont faibles ou inexistantes.

Dalotia coriaria

Le staphylin *Dalotia (Atheta) coriaria* est un petit coléoptère terricole noir, d'environ 3-4 mm de long, très actif. Tant l'adulte que les larves durant leurs trois stades de développement exercent leur activité prédatrice sur les mouches des terreaux (œufs et larves), les mouches des rivages (œufs et larves) et les thrips (pupes). Le staphylin est élevé commercialement, mais il existe également à l'état naturel et se rencontre souvent dans les serres où l'on a réduit l'emploi des pesticides. On doit l'utiliser de la même façon que *Gaeolaelaps* et *Stratiolaelaps,* en le plaçant de bonne heure dans la culture pour combattre les ravageurs terricoles.

Nématodes

Le nématode *Steinernema feltiae* s'emploie surtout lorsque les populations de mouches des terreaux sont importantes. Ils envahissent les larves de mouches des terreaux par leurs orifices, puis y libèrent des bactéries qui se multiplient et tuent les larves. Comme les nématodes seraient apparemment incapables de se reproduire une fois qu'ils ont envahi les larves de mouches des terreaux, plusieurs applications consécutives de nématodes sont nécessaires pour une lutte efficace. Les nématodes ne permettent pas de maîtriser totalement les mouches des rivages.

Pour optimiser la lutte au moyen de nématodes :

- Préparer la bouillie avec de l'eau froide. Les nématodes ont des réserves d'énergie limitées qui s'épuisent plus rapidement à des températures plus élevées.
- Remuer ou agiter périodiquement les solutions renfermant des nématodes afin d'oxygéner l'eau et d'empêcher les nématodes de se déposer au fond du réservoir. On peut atteindre ces deux objectifs en utilisant une pompe à air commerciale pour étangs ou un barboteur d'aquarium.
- Utiliser ces solutions le plus tôt possible une fois qu'elles sont mélangées.
- Maintenir la température du substrat entre 16 et 30 °C.
- Toujours protéger les suspensions de nématodes des rayons directs du soleil pour éviter la destruction des bactéries à l'intérieur de leur organisme.
- Maintenir le substrat à un pH de 3-8.
- Vérifier la compatibilité des pesticides ou leur activité résiduelle avant de les appliquer sur le substrat ayant reçu ou destiné à recevoir des nématodes.

Lutte chimique

Un insecticide appliqué par arrosage abondant du sol peut éliminer efficacement les larves.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les mouches des terreaux et les mouches des rivages, voir la fiche technique du MAARO *Mouches des terreaux et mouches des rivages dans les cultures de serre*.

Mineuses

Description et cycle biologique

Il existe deux principales espèces de mineuses d'intérêt pour les serriculteurs de l'Ontario : la mineuse maraîchère *(Liriomyza sativae)* et la mouche mineuse de Floride ou mineuse sinuante *(Liriomyza trifolii).* Une troisième espèce, la mouche mineuse sud-américaine *(Liriomyza huidobrensis),* responsable de dommages graves dans d'autres région du monde, a été observée également en Ontario. Bien que la mineuse sinuante puisse compléter son cycle biologique sur les tomates et les concombres, elle préfère les chrysanthèmes, gerberas et gypsophiles. Par contre, la mineuse maraîchère préfère les tomates, les concombres et le céleri, mais elle s'attaque aussi aux chrysanthèmes et à d'autres plantes en l'absence de ses hôtes préférés. La mouche mineuse sud-américaine possède un large éventail d'hôtes et peut aussi bien envahir des cultures de plein champ, notamment des cultures de crucifères, de laitue et de céleri. Les trois espèces de mineuses ont une apparence et une biologie similaires.

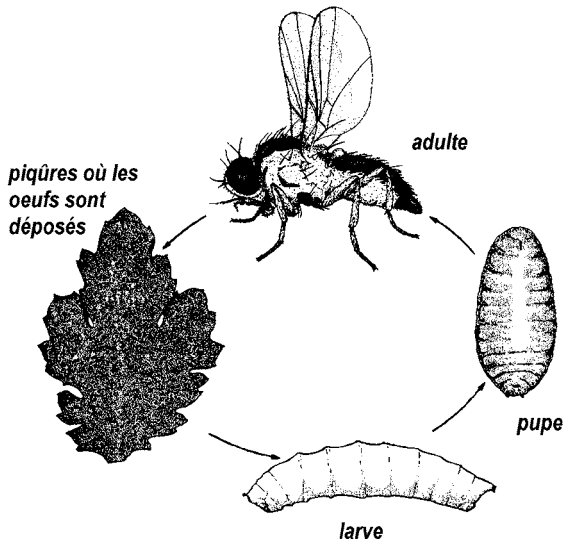
La mineuse adulte est petite (environ 3 mm de long) et a des marques jaunes et noires sur la tête et le thorax. Les adultes deviennent actifs à l'aube. Les femelles s'alimentent des feuilles succulentes et tendres dont elles percent la surface au moyen de leur ovipositeur, puis en léchant le liquide qui en exsude. Elles laissent sur les feuilles des points facilement observables, car ceux-ci prennent la forme caractéristique de petites cicatrices circulaires surélevées à la surface des feuilles.

Les femelles commencent à pondre entre 12 et 24 heures après leur sortie de la pupe. Elles pondent approximativement 250 œufs durant leur vie d'environ 30 jours en déposant les œufs à raison d'environ un œuf toutes les sept piqûres de la feuille. La température optimale pour le développement de la mineuse est de 30 °C. À des températures supérieures ou inférieures à 30 °C, le nombre d'œufs pondus diminue considérablement. Après 2-4 jours, les œufs éclosent et les larves commencent à s'alimenter et à miner le tissu de la feuille.

Les larves mettent de 4 à 7 jours (selon la température) pour arriver à maturité en été; elles découpent ensuite un trou à la surface de la feuille et tombent au sol. La pupaison se produit en l'espace de quelques heures et les pupes demeurent dans le substrat ou sur la pellicule de plastique, le cas échéant. La pupaison peut également avoir lieu sur les feuilles. Le stade pupal peut durer de 5 à 10 jours en été et jusqu'à 90 jours si les températures sont basses (10-12 °C) et que la nourriture est rare. Ce facteur peut expliquer la survie hivernale de l'insecte le long du périmètre intérieur de la serre, en dépit de l'absence de mineuses adultes. Une nouvelle génération de mouches adultes sort de ces pupes.

À l'intérieur de toute serre, il y a un chevauchement considérable des divers stades du cycle biologique de l'insecte. Le cycle complet de la mineuse (figure 5–8, *Mineuse*, p. 85) peut s'effectuer en 14 jours à 30 °C, 24 jours à 20 °C et 65 jours à 14 °C.

Figure 5–8. Mineuse



Source : *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*, North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

Dommages

En se nourrissant, les mineuses peuvent nuire indirectement au rendement des cultures parce qu'elles réduisent la surface de la plante servant à la photosynthèse et en endommagent les vaisseaux transportant l'eau, entraînant du coup la dessiccation et la chute des feuilles.

Les dommages causés par la mineuse nuisent à l'apparence des cultures ornementales, avec des répercussions significatives sur leur valeur économique.

Stratégies de lutte

Faire l'examen minutieux de tout nouveau matériel végétal introduit dans la serre.

Détruire les plantules, boutures ou parties de plantes infestées ou piquées.

Si la culture se fait sur des planches au sol, stériliser à la vapeur tout le plancher de la serre entre les cultures.

Faire le dépistage des populations d'insectes nuisibles au moyen de plaquettes jaunes encollées et d'inspections régulières des cultures.

Éliminer les mauvaises herbes à l'intérieur comme à l'extérieur de la serre. Les plantes adventices comme le chénopode blanc, la céraiste vulgaire, le pissenlit, le plantain, la mauve négligée et la morelle sont de bons hôtes pour la mineuse.

Éviter de surfertiliser la culture, car l'excès d'azote peut accroître les problèmes causés par la mineuse.

Mettre les feuilles tombées dans des sacs et les sortir de la serre le plus tôt possible. Les larves de mineuses peuvent compléter leur développement dans les feuilles même une fois que celles-ci sont détachées du plant.

Lutte biologique

La lutte biologique repose sur deux guêpes parasites *Diglyphus isaea* et *Dacnusa sibirica.* La guêpe *Diglyphus* se révèle un meilleur choix en été, puisqu'on bénéficie alors d'une augmentation naturelle de sa population du fait de la migration à l'intérieur de la serre d'individus de la même espèce présents dans l'écosystème environnant. Il semblerait que l'hiver, la guêpe *Dacnusa* donne de meilleurs résultats.

Diglyphus isaea

Diglyphus est une petite guêpe noire ayant des reflets vert métallique et de courtes antennes. Une fois qu'elle a localisé une galerie, la femelle paralyse d'abord la larve, puis insère tout près d'elle un œuf dans la feuille. Elle peut déposer de cette façon jusqu'à cinq œufs dans la même galerie. La larve qui éclot est au départ incolore, puis devient jaune-brun et finalement turquoise. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ 11 jours à 25 °C, soit en général moins de temps que pour la mineuse et la guêpe *Dacnusa*.

La guêpe *Diglyphus* peut parasiter des mineuses déjà parasitées par la guêpe *Dacnusa,* si bien qu'elle devient l'espèce dominante au cours de l'été lorsque la température est propice à son activité. La présence de galeries courtes est un indice de l'activité de la guêpe *Diglyphus,* étant donné qu'une fois parasitée, la mineuse cesse immédiatement de s'alimenter. On peut détecter la présence de larves de la guêpe *Diglyphus* en tenant des feuilles infestées par des mineuses contre une source de lumière et en les examinant à l'aide d'une loupe.

Dacnusa sibirica

Dacnusa est une petite guêpe noire qui diffère de *Diglyphus* par ses longues antennes souples et par l'absence de reflets vert métallique. Contrairement à la femelle *Diglyphus,* la femelle *Dacnusa* insère un œuf directement dans le corps de la larve de la mineuse.

Chaque femelle vit environ 2 semaines, période pendant laquelle elle peut pondre jusqu'à 90 œufs.

Les œufs éclosent en 4 jours. Les larves viennent à maturité à l'intérieur des pupes de mineuse. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ 2 semaines à 22 °C. Toute la croissance de la guêpe *Dacnusa* se fait à l'intérieur du corps de la mineuse, ce qui complique l'évaluation de l'activité du parasite.

Lutte chimique

Cet insecte développe facilement une résistance aux insecticides.

S'assurer d'un bon recouvrement de la culture par le pesticide.

Faire une rotation des différents groupes de pesticides toutes les 2 ou 3 semaines, dans les cultures pour lesquelles des produits sont homologués. À l'heure actuelle, les seuls pesticides homologués le sont pour des cultures ornementales.

Pour plus d'information

Pour plus d'information sur les mineuses, voir la fiche technique du MAAARO *Les mineuses s'attaquent aux cultures de serre*.

6. Ravageurs occasionnels

Acariens

Phytopte des tomates

L'adulte mesure 0,2 mm de long et 0,05 mm de large. Vu sa petite taille, on le remarque sur les plantes seulement quand sa population a déjà atteint un niveau dommageable. Lorsqu'il pullule, le phytopte donne aux tiges, aux feuilles et aux fruits une coloration beige ou bronze.

Le phytopte des tomates s'accommode très bien de la sécheresse. Il peut achever son cycle biologique, d'œuf à adulte, en 6 jours à 27 °C et à 30 % d'humidité relative. La femelle peut pondre environ 16 œufs durant les 3 semaines environ que dure sa vie une fois parvenue au stade adulte. Les phytoptes se nourrissent d'abord des tiges avant de s'attaquer aux feuilles.

Les symptômes d'une infestation sont le jaunissement, l'enroulement et le flétrissement des feuilles, l'avortement des fleurs en plus de fruits bronzés et fendillés. Sans traitement destiné à en réduire les populations, les phytoptes des tomates finissent par tuer les plants.

Les plantes hôtes intermédiaires du phytopte comprennent la morelle et le pétunia, ainsi que plusieurs espèces appartenant à la famille des solanacées (tomates).

Il n'existe aucune technique de dépistage précoce de ce ravageur. Une fois qu'il est établi dans une culture, il est facilement disséminé par les mains, le matériel et les vêtements.

Aucune mesure de lutte biologique n'est recommandée pour l'instant. D'après les recherches menées à ce jour, deux acariens prédateurs, *Amblyseius fallacis* et *Typhlodromus occidentalis,* seraient d'éventuels agents de lutte biologique.

Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu

Le tarsonème du fraisier et le tarsonème trapu sont de taille microscopique, ne mesurant pas plus de 0,25 mm de long. On ne peut pas les voir sans loupe. Les deux pattes postérieures de la femelle sont effilées alors que celles du mâle ressemblent à des pinces.

La femelle, de couleur brun pâle, dépose une centaine d'œufs, dont 80 % sont femelles, près du collet de la plante ou le long de la nervure médiane des feuilles non encore déployées. Le cycle biologique des tarsonèmes comprend un stade larvaire à six pattes puis un stade nymphal dormant à huit pattes, comme celui des tétranyques à deux points. Le cycle complet, de l'œuf à l'adulte, dure environ 2 semaines, mais varie en fonction de la température.

Les premiers signes de leur présence sont habituellement la déformation du limbe et/ou le développement insuffisant, la brûlure ou la torsion des boutons floraux et des fleurs. Des plages violacées apparaissent souvent sur le feuillage. Le tarsonème du fraisier se nourrit des tissus autour du collet des plantes ou des boutons floraux. Quoique le cyclamen soit habituellement la plante la plus gravement endommagée, cet acarien peut aussi s'attaquer aux plantes vertes, aux plantes à massif et à d'autres cultures empotées.

Pour plus d'information sur les acariens, voir la fiche technique du MAAARO intitulée *Les acariens des cultures de serre : description, biologie et éradication*.

Cécidomyies (moucherons à galles)

Ces petites mouches (1 mm) à silhouette délicate pondent leurs œufs dans les feuilles, les tiges ou les boutons floraux des plantes ornementales. Les larves creusent des galeries dans les tissus de la plante, ce qui provoque le gonflement des tiges, la formation de galles sur les feuilles ou l'affaissement des boutons.

La cécidomyie du chou-fleur s'attaque aux cultures du genre *Brassica*. Elle infeste surtout les légumes de plein champ, mais aussi les plantes à massif du genre *Brassica* (choux, brocolis et autres) ainsi que les choux fourragers et choux ornementaux. L'adulte est une petite mouche (1,5-2 mm de long) qui pond ses œufs au point végétatif. Les larves se nourrissent des feuilles

en croissance, ce qui amène une distorsion du point végétatif et offre un point d'entrée aux organismes pathogènes. La cécidomyie du chou-fleur a été vue pour la première fois dans le sud de l'Ontario en 2000. Elle est maintenant présente dans la plupart des régions de l'Ontario et du Québec et a été observée en Nouvelle-Écosse et en Saskatchewan. Auparavant reconnue comme organisme justiciable de quarantaine au Canada et aux États-Unis, elle a été déréglementée en 2009 et est désormais traitée sur le même pied que tout autre ravageur à incidence économique.

La cécidomyie du rosier est un ravageur occasionnel redouté par les producteurs de roses de l'Ontario, car elle peut causer de lourdes pertes en très peu de temps. Toutefois, elle infeste rarement les serres. Les boutons floraux se courbent ou se déforment, puis brunissent et meurent. La cécidomyie du rosier est surtout à craindre durant les mois chauds d'été, car elle peut pénétrer dans les serres si des rosiers produits aux alentours en sont infestés. Les œufs éclosent au bout de 2 jours environ; les larves parviennent à maturité en 5 à 7 jours et tombent au sol pour la pupaison qui dure de 5 à 6 jours, après quoi les adultes sortent pour ne vivre que quelques jours. Les traitements chimiques contre les adultes sont inefficaces. Contre la cécidomyie du rosier, une pulvérisation foliaire à base d'Orthene, un insecticide systémique, agit sur les larves installées à la base des boutons.

Chenilles et papillons

À un certain stade de leur cycle biologique, plusieurs espèces d'insectes se transforment en chenilles nuisibles pour les cultures de serre. Parmi ces espèces, les tordeuses, les enrouleuses, les légionnaires, les vers-gris, les arpenteuses, les noctuelles, les sphinx, les lieuses et les perce-tiges tachetés. Les papillons nocturnes adultes issus de ces chenilles sont souvent attirés par la lumière des serres en été et pondent alors des œufs d'où éclosent les chenilles déprédatrices.

Duponchelia fovealis est un petit papillon de nuit brun grisâtre banal qui s'attaque à un vaste éventail d'hôtes, notamment à de nombreuses cultures ornementales de serre. D'origine méditerranéenne, il s'est établi dans les serres de nombreux pays d'Europe du Nord. Entre 2005 et 2008, un certain nombre de serriculteurs de l'Ontario ont assisté à la pullulation épisodique de ce papillon. Bien que ce ravageur ait déjà été réglementé par l'ACIA comme étant justiciable de quarantaine, son statut a changé. Il est maintenant simplement considéré comme ayant une incidence économique (au même titre que d'autres ennemis courants des cultures de serre). En 2011, il a aussi été signalé dans un certain nombre d'États américains, en nombres particulièrement grands en Californie et en Floride. Ses hôtes comprennent le rosier, le bégonia, le cyclamen, le gerbera, le kalanchoe, l'anthurium et le poinsettia. Il est possible de limiter au minimum les infestations et les dommages en recourant à une combinaison de méthodes de lutte biologique et de méthodes de lutte chimique.

Les légionnaires et les vers-gris se nourrissent directement du feuillage et peuvent causer des dégâts considérables. Ces deux espèces sont de couleur brun foncé ou grise avec des rayures longitudinales. Les vers-gris se terrent dans le sol durant le jour et sortent le soir pour se nourrir. On peut venir à bout des légionnaires et des vers-gris en utilisant les insecticides préconisés contre les chenilles.

La fausse-arpenteuse du chou s'attaque généralement à des cultures de serre, comme l'alstroemeria, entre juillet et septembre. La fausse-arpenteuse du chou est de couleur verte avec de légères rayures blanches tout le long du corps.

Les perce-tiges tachetés creusent des galeries dans les tiges des plantes et peuvent, en conséquence, être plus difficiles à détruire.

La pyrale du maïs est un autre foreur qui peut être dévastateur dans les cultures légumières de serre et un ravageur occasionnel de certaines cultures ornementales de serre, sa présence n'étant parfois détectée qu'une fois qu'un fort pourcentage de fruits ont été infestés. Normalement, les infestations par la pyrale du maïs débutent au printemps, autour de mai et du début de juin. On compte deux générations de ce foreur dans le sud-ouest de l'Ontario et une seule ailleurs dans la province.

Les pièges sexuels (à phéromones) peuvent être utilisés pour le dépistage de certaines espèces de papillons de nuit, tandis que les pièges lumineux permettent de détecter la présence d'un grand nombre d'espèces différentes.

Il est préférable de faire un dépistage précoce de ces espèces et de commencer à les combattre avant que les jeunes chenilles ne se mettent à faire des ravages. Des moustiquaires sur les prises d'air limitent l'entrée des

noctuelles dans les serres. Un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes, à l'intérieur et à l'extérieur des serres, réduit les foyers d'infestation potentiels. Des applications d'un insecticide bactérien à base de *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk) permettent de lutter contre les arpenteuses et la plupart des chenilles défoliatrices qui ne sont pas des mineuses.

Chrysomèle rayée du concombre

Ce coléoptère jaune-vert mesure environ 6 mm de long et se caractérise par trois rayures longitudinales. La chrysomèle rayée du concombre, ainsi que sa proche parente, la chrysomèle maculée du concombre, sont des vecteurs de la bactérie *Erwinia tracheiphila* qui provoque la flétrissure bactérienne dans les cultures de concombre et d'espèces apparentées comme le melon et la courge, une maladie qui pourrait devenir problématique pour les producteurs de plantes à massif qui produisent aussi des plants de légumes à repiquer.

La chrysomèle rayée du concombre hiverne au stade adulte à l'extérieur, sous les feuilles, les vieux rondins ou les détritus. Elle sort le printemps suivant, s'accouple et s'alimente pendant plusieurs semaines, puis pond ses œufs jaune orangé dans le sol à la base des plants.

Les larves éclosent habituellement 10 jours plus tard pour se nourrir des racines des plantes pendant 2 à 6 semaines. À maturité, les larves mesurent environ 9 mm de long. La pupaison se produit dans le sol. Les adultes sortent des pupes après environ une semaine. On ne compte qu'une génération de cet insecte par année en Ontario.

Les adultes endommagent les plants en grignotant les feuilles, les tiges et les fruits. Le plus gros des dommages est toutefois attribuable à la bactérie responsable de la flétrissure qui habite leur tube digestif et qui résiste à l'hiver, protégée par le corps des chrysomèles en diapause. Au printemps, l'insecte inocule la maladie aux plantes par ses morsures de nutrition.

Il n'y a aucun moyen d'enrayer la flétrissure une fois que la plante est infectée. Les feuilles inoculées flétrissent généralement dans les 5 à 6 jours et la plante meurt en moins de 2 semaines. La chrysomèle rayée du concombre peut aussi transmettre le virus de la mosaïque du concombre.

L'idéal est d'installer des moustiquaires sur toutes les ouvertures de la serre pour empêcher les adultes d'y pénétrer.

Cloportes

Les cloportes ont un corps ovale, gris et aplati, mesurant jusqu'à 13 mm de longueur et garni de sept paires de pattes. On reconnaît le cloporte commun à ses deux appendices en forme de queue, absents chez le cloporte vulgaire.

Tous deux sont détritivores (s'alimentent de matière organique en décomposition), mais peuvent, à l'occasion, se nourrir des racines et des parties tendres des plantes, endommageant ainsi les plantules. Ils se nourrissent la nuit et se dissimulent le jour, préférant des endroits sombres et humides, riches en matière organique.

La stérilisation du sol et l'élimination de tout débris végétal en décomposition ainsi que de tout lieu humide contribueront à prévenir toute pullulation de ces organismes. Bon nombre des stratégies de lutte employées contre les limaces et les escargots sont également efficaces contre les cloportes.

Cochenilles

Les cochenilles sont des insectes aptères minuscules mesurant jusqu'à 3 mm de longueur et dotés de pièces buccales du type piqueur-suceur. Leur corps est de forme ovale ou hémisphérique. Les cochenilles recouvrent leur corps d'une sécrétion cireuse, en forme d'écaille, qui leur est caractéristique. Les mâles, peu nombreux, sont ailés quant à eux.

La plupart des individus sont des femelles qui pondent des centaines d'œufs sous leur bouclier fixé à la plante. L'éclosion donne naissance à de petites nymphes mobiles qui migrent vers de nouveaux sites d'alimentation. À cause du prélèvement de sève, les plantes jaunissent, flétrissent, cessent de croître et se déforment.

Plusieurs espèces de cochenilles ont récemment fait leur apparition sur les plantes ornementales cultivées en serre, principalement à la suite des importations croissantes de plantes vertes en provenance de régions tropicales. Bon nombre des nouvelles variétés de

fougères, de palmiers et de lierres sont très vulnérables aux infestations de cochenilles.

Pour limiter les infestations, mettre en quarantaine et inspecter le nouveau matériel, et traiter ou détruire tout matériel infesté.

Les agents de lutte biologique disponibles pour combattre les cochenilles à corps mou et à bouclier comprennent deux petites coccinelles, *Chilocorus nigritus* et *Lindorus lophanthae*. D'après certains rapports, une petite guêpe parasite, *Metaphycus helvolus,* contribuerait à combattre plusieurs espèces de cochenilles à corps mou. Une autre guêpe, *Aphytis melinus,* peut être utilisée contre plusieurs espèces de cochenilles à bouclier.

Cochenille des fougères

Le bouclier de cette cochenille ressemble à une coquille d'huître; il est brun et porte un renflement sommital plus pâle. On retrouve souvent cette cochenille sur les plantes vertes, notamment les fougères.

Cochenille des Hespérides

Les cochenilles femelles sont plates, brunes et souples. Elles ont une gamme d'hôtes étendue et produisent de grandes quantités de miellat propice à la formation de fumagine.

Cochenille hémisphérique

Le bouclier de cette espèce est très convexe, brun et luisant. Les fougères sont l'hôte favori de cet insecte.

Cochenille ronde du lierre et kermès rapace

Ces cochenilles d'apparence similaire ont un bouclier rond, de couleur pâle, avec un renflement proéminent jaunâtre au centre. Toutes deux attaquent une vaste gamme de plantes de serre comme le lierre, le palmier, le ficus et le fuchsia.

Cochenilles farineuses

On trouve deux groupes distincts de cochenilles farineuses dans les serres. Les plus communes sont des insectes à coque blanche couverte de cire qui sucent la sève des feuilles avec leurs pièces buccales de type piqueur.

Ces cochenilles produisent du miellat en abondance. Les femelles (de 1 à 3 mm de long) pondent de grandes quantités d'œufs réunis en paquets cireux. Ces œufs éclosent au bout de 5 à 10 jours pour donner naissance à des nymphes mobiles. Les nymphes mettent de 6 à 8 semaines pour se transformer en adultes.

Les dégâts prennent plusieurs formes : trous laissés par le prélèvement de la sève; formation de fumagine, un champignon noir ressemblant à de la suie, qui se développe sur le miellat; sécrétions cireuses des cochenilles, qui nuisent à l'aspect des plantes.

Les cochenilles farineuses sont des ravageurs préjudiciables aux cultures abritées à cause de la dissémination rapide des larves mobiles qui s'abritent sous les écailles des bourgeons et aux aisselles des feuilles. Les mâles, moins nombreux, sont de petits insectes ailés.

Le deuxième groupe est constitué de cochenilles farineuses qui, elles, s'alimentent de racines ou d'humus souterrain et qu'on peut découvrir, tapies dans des amas cireux, sur les racines de plantes fanées ou jaunissantes. Ces insectes sont très semblables à ceux qui sont décrits ci-dessus, sauf qu'ils sécrètent moins de cire sur leur corps.

Examiner soigneusement tout matériel végétal introduit dans la serre pour déceler la présence de cochenilles farineuses. Toutes peuvent se propager de plante à plante, au stade de nymphe mobile, par l'intermédiaire de matériel contaminé ou de l'eau s'égouttant des pots. La plupart des infestations résultent de l'introduction de matériel végétal contaminé.

Les agents de lutte biologique qui agissent contre les cochenilles farineuses sont la coccinelle australienne, *Cryptolaemus montrouzieri,* la coccinelle commune, *Hippodamia convergens,* et une guêpe parasite, *Leptomastix dactylopii*.

Coléoptères

Les coléoptères constituent l'ordre d'insectes réunissant le plus grand nombre d'espèces dont un petit nombre seulement s'attaquent aux cultures ornementales de serre. Deux espèces toutefois méritent d'être mentionnées.

Le scarabée japonais est un organisme justiciable de quarantaine présent dans certaines parties de l'Ontario. Adulte, il mesure environ 1 cm de long et est de couleur brune aux reflets métalliques verts. Il se reconnaît aux touffes de poils blancs en bordure de ses élytres, de chaque côté de son corps. Les larves vivent dans le sol. En forme de C, elles ont la tête brune et possèdent trois paires de pattes. À maturité, les larves mesurent environ 2,5 cm de long. Le fait que ce ravageur soit justiciable de quarantaine signifie que ses déplacements sont réglementés, tout comme ceux des végétaux, du sol et des matières pouvant en être infestés, de manière à prévenir sa dissémination à des zones non infestées. Même si le scarabée japonais n'est pas d'un ennemi majeur des cultures de serre en Ontario, sa présence peut parfois avoir des répercussions sur le transport de matériel végétal vers une destination canadienne ou étrangère, selon la culture produite et l'installation qui sert à cette culture. Certaines cultures, comme les graminées et le carex, sont particulièrement menacées par ce ravageur. Indépendamment de la culture produite, une certification de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) est nécessaire aux serriculteurs qui expédient leur production vers des régions exemptes de scarabée japonais (ou qui connaissent des infestations moins fortes que l'Ontario). Pour plus d'information, communiquer avec le bureau local de l'inspection de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Le deuxième coléoptère d'importance est le charançon noir de la vigne. Celui-ci se reconnaît à sa carapace, à sa tête prolongée par un rostre, ou trompe, et à ses antennes coudées. Le charançon noir de la vigne adulte ne vole pas. Il va du brun terne au noir, mesure environ 9 mm de long et a le dos finement côtelé. Les larves sont des vers blancs apodes à tête brun rougeâtre que l'on trouve au milieu des racines de nombreuses plantes à massif.

Les adultes pondent leurs œufs en juin; les larves se nourrissent des racines pendant le reste de la saison. Les larves attaquent un large éventail de plantes dont le rosier, le géranium, la fougère, le gardénia, le kalanchoe et le rhododendron. Bien que le charançon adulte ne vole pas, il se déplace facilement vers de nouvelles aires de mise en culture.

Mettre en place des mesures de lutte à la fin de mai et en juin. Une inspection des racines des nouvelles plantes à introduire dans la serre constitue un autre moyen d'éviter les infestations.

Collemboles

Ces petits insectes, dépourvus d'ailes, mesurent 2 à 6 mm de long. Ils peuvent être blancs, gris, jaunes, rouges, orangés, pourpres, bruns ou tachetés.

On les trouve habituellement à la surface du sol humide des pots ou dans le sol même. À l'extrémité de leur abdomen, un organe qui fait fonction de ressort leur permet de faire des bonds.

La plupart sont détritivores, se nourrissant d'algues, de champignons ou de matière organique en décomposition. Comme ils ne s'en prennent pas d'ordinaire aux végétaux vivants, la lutte chimique est rarement justifiée.

Escargots et limaces

Les limaces sont des animaux à corps mou, de couleur gris foncé, d'une longueur variant de 1,3 à 10 cm. Elles rampent sur les plantes en laissant derrière elles une traînée de bave luisante. Elles se nourrissent du feuillage de nombreuses plantes de serre, déchiquetant les feuilles et pouvant parfois détruire entièrement un plant.

Les escargots sont de même couleur et de même aspect que les limaces, à la différence qu'ils transportent toujours leur coquille. Les coquilles ont des couleurs et des marques variées et mesurent de 1,3 à 5 cm de diamètre. Les escargots sont particulièrement préjudiciables aux jeunes plants. Ils perforent les fleurs et les feuilles de nombreuses plantes, qu'ils abandonnent visqueuses et déchiquetées.

Un seul escargot peut pondre jusqu'à 100 œufs, selon l'espèce. Les limaces sont moins prolifiques. Si le temps est sec, ses œufs n'éclosent que lorsque le milieu redevient humide.

Les escargots et les limaces ont besoin d'un milieu humide et d'une forte hygrométrie pour survivre. Ils fuient le soleil et sortent surtout la nuit ou par temps couvert. Le jour, les limaces se cachent sous des planches et des pierres ou dans des endroits qui leur procurent ombre et humidité. Si l'air ou le substrat est sec, l'escargot se rétracte au fond de sa coquille et entre dans une période de dormance qui peut durer jusqu'à quatre ans.

On peut lutter indirectement contre ces organismes en éliminant autant que possible leur habitat de prédilection.

Éliminer les planches, les briques et autres objets en contact avec le sol ou les disposer de manière à ce que l'air puisse circuler tout autour.

Maintenir une densité de peuplement qui permette aux rayons du soleil d'atteindre le sol, à l'air de circuler et au substrat de s'assécher.

Si une faible densité de peuplement n'est pas souhaitable, éparpiller sur le sol un matériau qui rebute les escargots, tel que des copeaux de thuya grossiers ou des coquilles d'œuf écrasées. La sciure de bois et la terre de diatomées repoussent efficacement ces mollusques, à condition qu'elles soient sèches.

Voici des dispositifs qu'on peut utiliser pour attirer ou capturer les limaces et les escargots, et les détruire ensuite : des coupelles remplies de bière ou d'un mélange d'eau et de levure commerciale comme appât; des limaces et escargots broyés sous des pots de fleurs posés à l'envers; des demi-pamplemousses vidés de leur chair formant un dôme au sol sous lequel les indésirables viendront s'abriter.

La lutte chimique fait appel à des substances pesticides présentées sous forme d'appâts. Le métaldéhyde est toxique. Ne jamais le laisser à la portée des enfants et des animaux domestiques. L'usage prolongé de ces appâts a de bonnes chances de faire apparaître une résistance au sein des populations locales d'escargots et de limaces.

Fourmis

Les fourmis sont facilement reconnaissables à leurs antennes coudées et à leur fine taille. Elles mesurent de 1,5 à 6 mm de long.

Dans les serres où des insectes produisent un miellat en s'alimentant et où les fleurs ont des nectaires, les fourmis peuvent présenter un problème, car elles sont friandes de ces substances sucrées. Les fourmis peuvent aussi compromettre l'efficacité des programmes de lutte biologique dirigés contre les pucerons en protégeant ceux-ci des attaques de leurs ennemis naturels. Les pistes et les nids de fourmis repérés dans la serre ou aux abords de la serre doivent être traités. L'inondation des nids avec un savon insecticide et l'utilisation d'appâts renfermant de l'acide borique domestique donnent par ailleurs certains résultats.

Mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate est un insecte nuisible semi-tropical qui peut infester les cultures de tomates en Ontario. De ce fait, elle peut constituer un problème pour les producteurs de plantes à massif qui produisent aussi des plants de légumes à repiquer. Elle endommage les plants en s'alimentant des feuilles et des fruits. La mineuse de la tomate peut aussi avoir comme hôte la pomme de terre et l'aubergine et, parmi les mauvaises herbes, la morelle et les espèces apparentées.

La mineuse est une petite noctuelle brun pâle d'environ 6 mm de long. De mœurs nocturnes, elle pond le gros de ses œufs sur les feuilles les plus jeunes durant les toutes premières nuits de sa période active. Au sortir de l'œuf, les larves déambulent un court moment sur les feuilles avant d'y pénétrer pour creuser leurs galeries.

Il y a quatre stades larvaires, les deux premiers se déroulant à l'intérieur des feuilles. Durant les deux derniers stades, les larves se cachent entre deux feuilles qu'elles ont reliées par des fils, dans une feuille repliée sur elle-même ou à l'intérieur des fruits. Les larves ont cette caractéristique de pénétrer dans les fruits juste sous le calice.

Les larves à maturité peuvent soit rester sur le plant, soit tomber au sol pour la pupaison. Au sol, la pupaison se produit normalement dans les 15 premiers centimètres de sol. La mineuse de la tomate n'entre pas en diapause, si bien qu'elle continue de se propager pendant toute l'année avec un ralentissement pendant les périodes de froid. Le cycle biologique complet, de l'œuf à l'adulte, dure habituellement de 28 à 70 jours,

selon la température. À 24 °C, il dure 28 jours et à 30 °C, seulement 19 jours.

Moyens de lutte :

- Inspecter toutes les plantules, à la recherche de dommages causés par les larves.
- Détruire tous les vieux plants infestés et les débris de cultures infestées.
- Dépister la mineuse de la tomate à l'aide de pièges sexuels ou lumineux et par des inspections régulières des cultures. À noter que les pièges sexuels attirent uniquement les mâles de la mineuse de la tomate, tandis que les pièges lumineux attirent les deux sexes ainsi que de nombreuses autres espèces d'insectes.
- Enlever à la main les feuilles endommagées et détruire les larves abritées dans les galeries.
- Détruire les mauvaises herbes et les sauvageons de tomate à l'intérieur et aux abords de la serre.
- Poser des moustiquaires sur les prises d'air.

Nématodes parasites des feuilles

Un petit nombre d'espèces de nématodes s'attaquent au feuillage des plantes. Leur présence se manifeste par des symptômes s'apparentant à ceux de plusieurs maladies et carences nutritionnelles.

Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario, mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il est pratiquement identique au nématode des feuilles du fraisier. Il se déplace et infeste les plants de la même manière.

Les premiers symptômes sont des ponctuations brun foncé à la face inférieure des feuilles et le changement de couleur des nervures. Ensuite, les feuilles infestées brunissent ou noircissent, présentant des taches triangulaires bien distinctes entre les nervures. Pour finir, elles se dessèchent, se recroquevillent et pendent le long des tiges.

Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario, mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il pose surtout problème chez le bégonia, mais il peut aussi s'attaquer à d'autres plantes ornementales de serre. Invisible et filiforme, il se déplace dans la fine pellicule d'eau à la surface des tiges et des feuilles.

Le nématode pénètre dans les feuilles par les stomates et se nourrit des tissus internes de la feuille, entraînant la formation de petites ponctuations brunes à auréole aqueuse sur la face inférieure des feuilles; ces taches s'étendent puis fusionnent, deviennent brun foncé et visibles sur la face supérieure. À la fin, toute la feuille est malade.

Méthodes de lutte culturale contre les nématodes

Voici des méthodes de lutte culturale qui contribuent à limiter les problèmes de nématodes :

- Utiliser un substrat artificiel (sans sol) ou un substrat stérilisé à la vapeur.
- Vérifier que les plants repiqués sont vigoureux et exempts de galles ou de lésions sur les racines.
- Utiliser des cultivars qui résistent aux nématodes ou qui les tolèrent, ou, quand il en existe, des porte-greffes résistants aux nématodes.
- Dans les cultures légumières cultivées avec sol (p. ex., tomate, concombre), butter les plants avec de la mousse de sphaigne ou de la terre stérilisée, afin de stimuler la croissance des racines adventives et de prolonger ainsi la période de fructification.

Nématodes parasites des racines

Les nématodes qui parasitent les plantes sont de minuscules organismes (de moins de 1 mm de long) vermiformes, qui vivent dans la zone racinaire du substrat. On les divise en deux grands groupes : les ectoparasites (qui attaquent les plantes de l'extérieur) et les endoparasites (qui passent au moins une partie de leur cycle biologique à l'intérieur des tissus des plantes).

Tous les nématodes parasites sont pourvus d'un stylet buccal qui leur sert à injecter de la salive dans les tissus des végétaux. Et c'est justement cette salive qui cause le plus de dommages et qui entraîne la nécrose des tissus ou la prolifération des cellules hypertrophiées qui forment les galles.

Les nématodes endommagent les plantes essentiellement en réduisant leur capacité d'absorber l'eau et les éléments nutritifs. Au-dessus du sol, la présence des nématodes se manifeste par des plants chétifs qui se fanent au soleil, des feuilles jaunes ou vert pâle, et des fruits ou des fleurs rabougris.

Dans les serres où le sol est traité chimiquement contre les nématodes après chaque culture, les infestations réapparaissent souvent parce que les produits chimiques ne pénètrent pas assez loin dans le sol. Il faut toujours aérer suffisamment les sols traités avec des nématicides pour protéger la culture suivante.

Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins)

Ce nématode, qui est indigène en Ontario, s'attaque à une vaste gamme de cultures de serre (maraîchères et florales); les rosiers sont particulièrement affectés. Tous les stades de ce nématode sont filiformes et invisibles à l'œil nu. Cette espèce est active, aussi bien dans les sols à texture fine (argile) que dans les sols à texture grossière (sable).

Le nématode à stylet ne pénètre pas à l'intérieur des racines, mais il pique les poils absorbants et les cellules superficielles du bout des racines pour ponctionner sa nourriture. Les dégâts causés par ce nématode ne font pas apparaître de symptôme spécifique, du genre galles ou lésions, au niveau des racines. Par contre, les plants qui sont infestés par ce nématode peuvent paraître rabougris et chétifs.

Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood)

Il s'agit d'un autre nématode endoparasite, indigène des sols de l'Ontario. Il s'attaque à presque tous les types de légumes et à de nombreuses espèces florales, notamment le rosier, la violette africaine et le géranium. Les premiers stades larvaires sont filiformes et invisibles, alors que les derniers stades et les adultes ont la forme d'une perle ou d'une arachide et sont à peine visibles lorsqu'ils sont extraits des racines.

Ce nématode envahit les racines et y forme des renflements, appelés nodosités ou galles, et provoque une prolifération excessive des racines. Les racines infestées ne changent pas nécessairement de couleur, sauf si elles sont attaquées par des bactéries et par des champignons.

Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White)

Ce nématode endoparasite n'est pas indigène en Ontario, où il ne peut résister aux froids de l'hiver. Mais bien à l'abri dans les serres, il est devenu persistant. Nuisible surtout à la tomate et au concombre, il s'attaque également à un certain nombre de cultures florales et de plantes vertes.

Les dégâts aux racines et les symptômes se distinguent de ceux du nématode cécidogène du Nord par la taille plus grosse des galles et l'absence de pilosité fine sur les galles. Une carence en phosphore (taches violacées) peut se manifester sur la face inférieure des feuilles, ou bien la bordure des feuilles peut s'ourler vers le bas.

Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky)

Il s'agit d'un nématode ectoparasite qui n'est pas indigène en Ontario, mais qui a été introduit dans les serres sur le matériel végétal de multiplication. Comme il préfère les plantes aux racines ligneuses, on le trouve le plus souvent dans les cultures comme le fraisier, la vigne et le rosier. Ce nématode survit sur les souches des plants, au creux des fourches des racines.

Étant l'un des plus gros nématodes à s'attaquer aux plantes, ce ver filiforme de 6 mm de long peut être observé à l'œil nu sur les racines si on regarde bien attentivement. Ses morsures de nutrition sur les jeunes racines font apparaître des galles dont l'aspect rappelle les nodosités causées par le nématode cécidogène, mais en plus gros. Ces galles sont en fait un renflement arrondi du bout des racines, qui se remarque d'autant plus que la racine, au-dessus, est nécrosée et amincie.

Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb)

Nématode indigène des sols de l'Ontario, cet endoparasite peut s'attaquer à une vaste gamme de cultures florales et légumières de serre. À tous les stades, ce nématode est filiforme et invisible à l'œil nu.

Il envahit les tissus extérieurs des jeunes racines, provoquant de petites lésions brunes ou noires de forme elliptique qui, en fusionnant, forment de grandes taches et finissent par faire mourir les racines.

Punaises ternes *(Lygus)*

Ces insectes d'environ 6 mm de long sont de couleur jaune-brun et possèdent un appareil buccal de type piqueur. Les adultes et leurs nymphes vertes se nourrissent d'une très vaste gamme de cultures et de mauvaises herbes. Ils peuvent être redoutables pour les cultures de serre comme le chrysanthème, le gerbera, le concombre et le poivron.

Les punaises déposent leurs œufs dans les tissus des plantes. Les petites nymphes complètent leur cycle biologique en 4 semaines environ. Elles endommagent les jeunes pousses en provoquant la déformation du feuillage et la mort ou la déformation des boutons floraux. Elles sont particulièrement actives pendant l'été et vers la fin de l'automne et peuvent pénétrer dans les serres en provenance de mauvaises herbes avoisinantes.

Elles ont tendance à apparaître dans les cultures où l'utilisation de pesticides est minimale. Un bon moyen d'en réduire les populations est d'éliminer les mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes au printemps et en été ou d'abris pendant l'hiver. Des moustiquaires sur les ouvertures de la serre sont efficaces contre ces insectes.

Pour plus d'information sur la punaise terne, voir la fiche technique du MAAARO *Lutte contre la punaise terne dans les cultures de serre*.

Ravageurs vertébrés

Les petits rongeurs peuvent être très préjudiciables dans la serre. Ils se nourrissent de n'importe quel type d'aliments et causent des dégâts en rongeant et en creusant.

Le surmulot ou rat d'égout et le campagnol des champs sont les déprédateurs vertébrés les plus communs des serres. Les appâts renfermant des rodenticides à base de chlorophacinone, de diphacinone, de warfarine et de phosphure de zinc donnent certains résultats. Les trois premiers produits chimiques sont des anticoagulants qui nécessitent habituellement des doses multiples. Le phosphure de zinc n'est pas un anticoagulant et présente une plus grande toxicité aiguë; une seule dose peut suffire à tuer le rongeur. Prendre soin de déposer les appâts toxiques sous des pièges couverts, hors d'atteinte des animaux domestiques et des enfants.

Pour réduire au minimum les risques d'apparition d'une résistance aux rodenticides, et particulièrement aux anticoagulants, toujours mettre en œuvre plusieurs formes de lutte. Par exemple :

- Ranger dans des récipients bien fermés tout ce qui peut constituer de la nourriture pour les rongeurs.
- Multiplier les pièges, là où il y a des signes d'activité, en plaçant un piège tous les 2-3 m le long des murs.
- Placer les pièges perpendiculairement à la paroi, avec l'appât et le déclencheur du côté de la paroi.
- Manipuler les pièges et les appâts avec des gants pour éviter d'y laisser des odeurs humaines.
- Essayer différents appâts. Appâts suggérés : beurre d'arachide mélangé à de l'avoine, raisins secs, jujubes ou autre aliment collant, ainsi que du coton, matière que les rongeurs aiment pour faire leur nid.
- Comme agents de lutte biologique, garder plusieurs chats dans la serre, des chattes de préférence, car elles sont en général plus prédatrices que les mâles.

Sauterelles

Les sauterelles, facilement reconnaissables, envahissent occasionnellement les serres. Elles s'attaquent à presque tous les végétaux et, quand elles sont nombreuses, peuvent les détruire. La présence de graminées et de mauvaises herbes près des serres peut occasionner une infestation de ces insectes, généralement vers la fin de l'été et en automne.

Symphyles

On trouve les symphyles, petits insectes blancs ressemblant à des mille-pattes, sous les pierres, dans le bois pourri et dans des sols humides et riches en matière organique en décomposition. Les symphyles ont un corps mince, long et blanc (1 à 5 mm), de

longues antennes et 10-12 paires de pattes (par comparaison, les mille-pattes en ont 15 paires).

Contrairement aux mille-pattes qui sont des prédateurs utiles, se nourrissant de nombreux insectes, les symphyles peuvent s'en prendre aux racines des plantes. Sur les racines de nombreuses cultures, on reconnaît les dégâts des symphyles aux marques noires minuscules correspondant aux lésions hémisphériques creusées dans les tissus. Les racines blessées s'épaississent et la plante devient chétive. Les lésions causées par les symphyles sur les racines et les poils absorbants sont les points d'entrée des maladies provoquant la pourriture des racines.

La stérilisation du sol à la vapeur ou l'élévation de sa température par solarisation contribue à réduire les populations de symphyles.

7. Principales maladies des plantes de serre

Maladies réglementées

Ce chapitre décrit les maladies les plus fréquentes dans les serres servant à la floriculture. Il est important toutefois de souligner qu'il existe des maladies qui, bien que très rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand elles sont présentes. Certaines maladies, parce qu'elles sont réputées constituer une menace pour d'importants segments de l'agriculture canadienne, sont réglementées par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). D'autres peuvent sembler inoffensives tant qu'elles ne se sont pas manifestées, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'elles représentent. La présence de maladies réglementées doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide alors des mesures à prendre pour réagir à la présence de la maladie ou de l'organisme pathogène. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus en date de juin 2014 sont répertoriés dans le présent chapitre; ils comprennent la rouille blanche du chrysanthème, la flétrissure bactérienne des pélargoniums et l'encre des chênes rouges. Pour plus d'information sur les organismes réglementés et pour en obtenir la liste la plus à jour, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Maladies fongiques

Botrytis (pourriture grise)

Le champignon *Botrytis cinerea* est à l'origine de nombreuses maladies communes chez les plantes ornementales et les légumes cultivés en serre. Ces maladies portent souvent le nom de « pourriture grise », à cause des spores grises ou brunes caractéristiques qui recouvrent les tissus infectés lorsque les conditions sont favorables à la fructification du champignon.

Les symptômes d'une infection à *Botrytis* sont des petites taches et flétrissures sur les fleurs, des flétrissures sur les feuilles, la pourriture des bourgeons et des boutures, des chancres sur les tiges et la pourriture des cormes ou des bulbes.

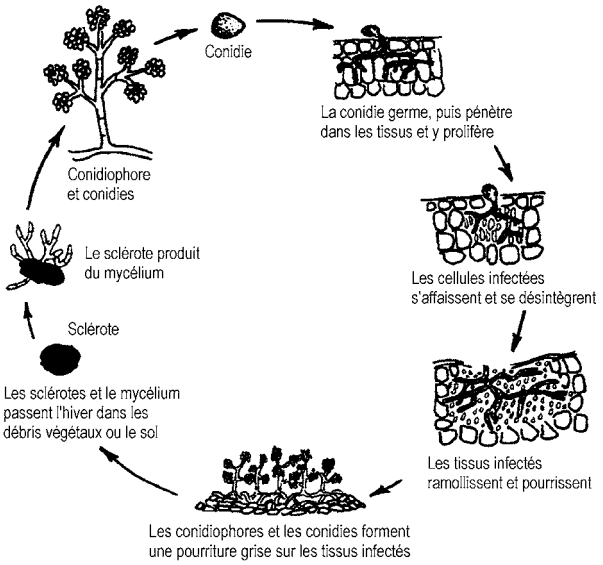
Les infections se produisent quand les conidies (spores), en germant, s'infiltrent dans les tissus succulents des feuilles ou des fleurs, les stomates ou les blessures, ou quand du mycélium ou des tissus de plants infectés entrent en contact avec des tissus sains de la plante-hôte. Voir la figure 7–1, *Cycle biologique de Botrytis,* p. 98.

Botrytis s'attaque aux tissus tendres, sains ou sénescents, riches en éléments nutritifs, des fleurs ou des bractées de la plupart des espèces florales, dont le cyclamen, le géranium, le rosier et le poinsettia. Les infections engendrées par le mycélium se produisent ordinairement lorsque des fleurs ou des feuilles infectées tombent sur des feuilles saines situées au-dessous et restent collées aux surfaces foliaires mouillées.

Les infections latentes s'installent comme il est décrit plus haut, mais ne deviennent pas apparentes tant que les conditions environnementales restent défavorables. Les symptômes peuvent apparaître dès que les conditions deviennent favorables. Ainsi, il arrive fréquemment que des fleurs coupées qui semblent saines au moment d'être coupées et emballées présentent, une fois arrivées au point de vente au détail de destination, des taches jaune-brun sur les pétales.

Botrytis est un champignon ubiquiste; on en trouve les spores partout. Les conidies se dispersent très rapidement dans les courants d'air ou dans ou sur les gouttelettes d'eau. La libération des spores est déclenchée par les fluctuations de l'humidité relative. La germination des spores se produit en moins de 3 heures et la sporulation moins de 8 heures après l'infection initiale.

Figure 7–1. Cycle biologique de *Botrytis*


Conidie
La conidie germe, puis pénètre dans les tissus et y prolifère
Conidiophore et conidies
Le sclérote produit du mycélium
Les cellules infectées s'affaissent et se désintègrent
Sclérote
Les sclérotes et le mycélium passent l'hiver dans les débris végétaux ou le sol
Les tissus infectés ramollissent et pourrissent
Les conidiophores et les conidies forment une pourriture grise sur les tissus infectés

Les infections à *Botrytis* se déclarent généralement lorsque le temps est frais et pluvieux ou lourd et humide, conditions propices à l'infection et à la sporulation. Les facteurs qui déclenchent l'infection initiale puis l'apparition des lésions sont la température et la présence d'eau libre contenant des éléments nutritifs dissous. Les conditions optimales pour la prolifération de *Botrytis* sont des températures de 15-23 °C et des taux d'humidité relative supérieurs à 90 % ou la présence d'eau libre microscopique sur les tissus végétaux, qui apparaît lorsque les tissus végétaux sont plus frais que la température ambiante.

Moyens de lutte

La pourriture grise *(Botrytis)* est souvent perçue comme « la maladie des serres mal tenues ». On en atténue le plus possible les répercussions par les soins culturaux et la modification des conditions environnementales. Par exemple, on peut abaisser l'humidité relative la nuit en maintenant alors la température plus élevée et en utilisant de bonnes pratiques de ventilation.

Utiliser un système de régulation informatisée de l'humidité. Empêcher la formation d'eau libre en évitant que, la nuit, la température des feuilles ou des tissus végétaux soit inférieure à la température de l'air ou que l'air se refroidisse sous le point de rosée. Cette situation est fréquente en soirée lorsque le temps est clair ou tôt le matin lorsque l'air se réchauffe plus rapidement que les surfaces végétales. Les systèmes informatisés d'énergie ou de rideaux permettent de régler efficacement la température des plants dans les conditions indiquées ci-dessus. Régler au minimum les températures des canalisations l'été quand les nuits sont douces et humides.

Calibrer les capteurs d'humidité relative périodiquement. Maintenir l'humidité relative sous la barre des 85 %. Éviter que les feuilles ne restent mouillées plus de 3 à 4 heures.

Une circulation d'air qui maintient un écoulement laminaire régulier est cruciale pour éliminer maintenir les surfaces foliaires sèches en éliminant la couche limite à forte humidité qui se forme dessus. Un bon espacement des plants est important pour permettre à l'air de circuler à l'intérieur du feuillage. Au besoin, supprimer l'excès de feuillage.

Appliquer les mesures d'hygiène nécessaires avant et pendant la Enlever les fleurs et les feuilles sénescentes.

Éviter autant que possible d'irriguer par aspersion ou, à tout le moins, le faire assez tôt dans la journée pour que le feuillage s'assèche avant la nuit.

Taches foliaires et brûlures

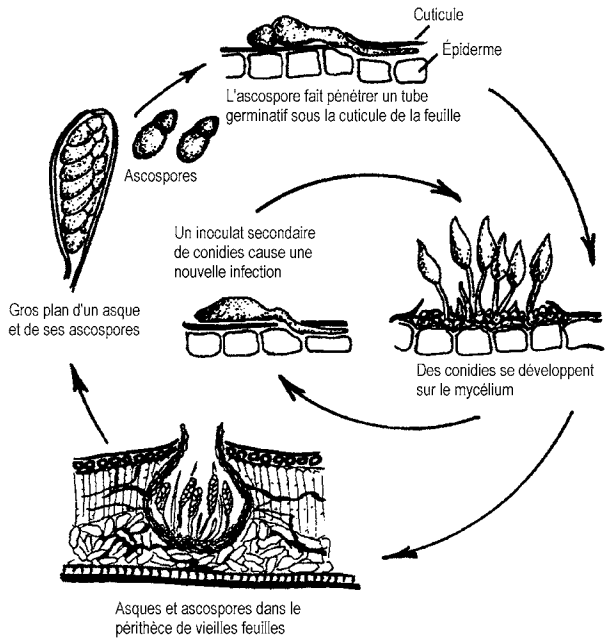
Des champignons pathogènes sont responsables de toutes ces maladies aux symptômes très variables. Voir la figure 7–2, *Cycle biologique de la tache foliaire,* p. 99.

Les champignons qui causent le plus souvent des taches foliaires appartiennent aux genres *Alternaria, Ascochyta, Cercospora, Phyllosticta, Gloesporium* et *Septoria*, tous du groupe des ascomycètes. La plupart produisent des conidies à profusion. Les spores des champignons sont disséminées par le vent ou par les éclaboussures d'eau d'arrosage. Certains d'entre eux peuvent être disséminés par les semences.

Les brûlures ou les taches peuvent apparaître sur les feuilles, les tiges ou les fleurs, selon le champignon en cause. De nombreux champignons s'en prennent à ces trois organes de la plante, mais aucun ne s'attaque aux racines ou au collet. Les brûlures ou les taches foliaires apparaissent généralement sur les feuilles inférieures, puis elles gagnent le reste du feuillage. La plupart des champignons produisent des taches ou lésions caractéristiques telles que les taches ocellées (en forme de cible) bordées d'une auréole rougeâtre ou les taches brun clair à cercles concentriques. Les taches peuvent avoir un contour circulaire, anguleux ou irrégulier.

Pour que l'infection se déclare, les feuilles doivent rester mouillées pendant un certain temps (de 3 à 8 heures selon l'agent pathogène).

Figure 7–2. Cycle biologique de la tache foliaire


Cuticule
Épiderme
L'ascospore fait pénétrer un tube germinatif sous la cuticule de la feuille
Ascospores
Un inoculat secondaire de conidies cause une nouvelle infection
Gros plan d'un asque et de ses ascospores
Des conidies se développent sur le mycélium
Asques et ascospores dans le périthèce de vieilles feuilles

Moyens de lutte

Pour maîtriser les maladies :

- Faire en sorte que les feuilles et les fleurs soient aussi sèches que possible en surface.
- Éviter l'arrosage par aspersion tard dans la journée.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Débarrasser la serre de toute matière végétale infectée.
- Utiliser des boutures ou des plants-mères exempts de maladie.
- Utiliser des fongicides à large spectre; la plupart sont efficaces. Vérifier sur l'étiquette les usages qui sont homologués.

Maladies du blanc

Ces maladies fongiques communes se reconnaissent d'emblée au feutrage blanc poudreux qui recouvre les feuilles, les tiges, les pétioles et les organes floraux, et qui rend rapidement les plantes invendables. Elles sont le fait de plusieurs espèces de champignons qui appartiennent notamment aux genres *Erysiphe, Leveillula, Microsphaera* et *Sphaerotheca.* Il est important de savoir qu'un champignon qui cause le blanc chez une espèce végétale donnée est généralement inoffensif pour une autre. Étant des parasites obligatoires, ces champignons ont besoin de végétaux pour accomplir leur cycle biologique. Chacun de ces champignons forme un réseau d'hyphes à la surface des feuilles ou des tiges, à partir desquels ils pénètrent les cellules de l'épiderme afin d'en extraire les éléments nutritifs au moyen d'un suçoir appelé haustorium.

Au début de l'infection, les taches sont petites et éparses, mais elles peuvent s'étendre à toute la face supérieure des feuilles. Chez de nombreuses plantes, il apparaît une substance duveteuse quand les conditions permettent au champignon de produire un épais mycélium superficiel hérissé d'une multitude de conidies (spores) incolores. Chez certaines plantes, les feuilles présentent souvent une tache rougeâtre au point d'infection initial. Les infections graves causent le rabougrissement, le jaunissement et l'enroulement des feuilles.

Dans l'environnement de la serre, les champignons responsables du blanc ont un cycle biologique relativement simple. Ils forment des chaînes de conidies unicellulaires, portées par de courtes tiges érigées, d'où l'aspect « duveteux » caractéristique de la maladie du blanc. Voir la figure 7–3, *Cycle biologique du blanc,* p. 100. Quand le milieu ambiant se fait favorable, la formation des chaînes se déclenche, habituellement au rythme d'une conidie par jour ou par cycle diurne. Les conidies mûrissent et émettent des spores au bout de 24 heures. Une chute rapide de l'humidité relative et l'effet combiné du chauffage et de l'assèchement par les rayons du soleil favorisent l'émission des spores.

Les conidies ont besoin d'une humidité relative de 95 % ou d'un déficit de tension de vapeur (DTV) frôlant zéro pendant 3 ou 4 heures pour germer et enfoncer un filament dans les cellules épidermiques des feuilles ou des tiges de la plante-hôte. Le mycélium produit des haustoriums, ou suçoirs, qui permettent au champignon de ponctionner en continu les substances nutritives nécessaires à sa croissance et à la production de nouvelles tiges à conidies. En moins de 48 heures suivant l'inoculation, les conidies parvenues à maturité sont prêtes à libérer des spores qui iront infecter d'autres feuilles ou plantes.

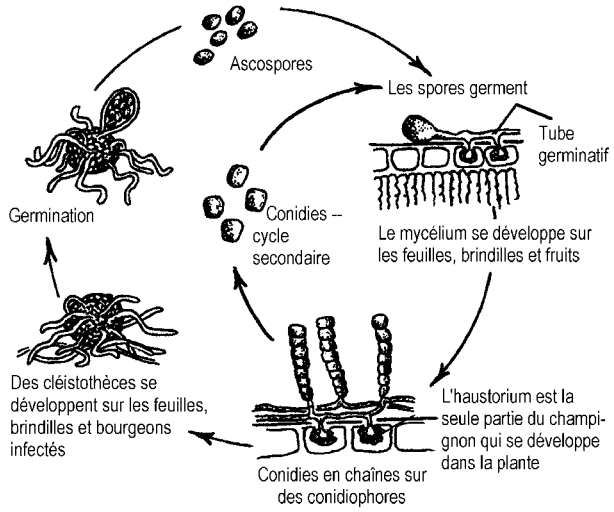
La propagation et la gravité des infections par le blanc dépendent de plusieurs facteurs : humidité relative, température, lumière, présence d'eau sur les feuilles

et déplacements d'air (p. ex., les courants d'air). Étant donné les interactions entre ces facteurs, la lutte intégrée s'impose.

Une ventilation et un brassage excessifs de l'air causés notamment par des courants d'air près de portes ouvertes, un espacement inadéquat des ventilateurs à circulation horizontale, des générateurs d'air pulsé, un mauvais dimensionnement des ventilateurs ou un mauvais réglage de leur vitesse de fonctionnement favorisent l'apparition et la propagation du blanc.

Une humidité persistante à la surface des feuilles favorise la prolifération des champignons. La formation et la persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles dépendent de plusieurs facteurs : gradients de température entre les feuilles et l'air, perte d'énergie des feuilles par rayonnement, ensoleillement et transpiration des feuilles.

Figure 7–3. Cycle biologique du blanc


Ascospores
Les spores germent
Tube germinatif
Germination
Conidies – cycle secondaire
Le mycélium se développe sur les feuilles, brindilles et fruits
Des cléistothèces se développent sur les feuilles, brindilles et bourgeons infectés
L'haustorium est la seule partie du champignon qui se développe dans la plante
Conidies en chaînes sur des conidiophores

Moyens de lutte

Éviter les courants d'air en tenant les portes fermées; automatiser si possible la fermeture et l'ouverture des portes. Réduire la vitesse de fonctionnement des ventilateurs à circulation horizontale si leur moteur est à vitesse variable. Assurer une circulation d'air uniforme à la surface des feuilles pour éviter la formation de zones où l'humidité relative est élevée et pour réduire ainsi les fluctuations de température au niveau du feuillage et de l'air.

À l'aide d'outils informatiques, établir des paramètres environnementaux raisonnables, afin de maintenir l'humidité relative au niveau voulu en dosant la ventilation et le chauffage de manière à obtenir un brassage qui permettra d'évacuer l'excédent d'humidité dans l'air. Éviter les changements brusques de température ou d'humidité relative qui se produisent à l'ouverture des volets d'aération. Par elle-même, une humidité relative élevée ne favorise pas forcément le blanc.

Mettre à profit la chaleur qui rayonne à partir de la zone des cultures et au-dessus des conduites aériennes pour maintenir un milieu plus sec et plus chaud autour des plantes. Hausser la température minimale des canalisations dans le cas des systèmes à eau chaude ou faire de brèves injections de vapeur dans les conduites chauffantes en hauteur afin de créer une source de chaleur rayonnante maintenant les feuilles à une température supérieure à celle de l'air ambiant. Voir les autres commentaires sur la température des plants en ce qui concerne la lutte contre *Botrytis*, p. 98.

Vers la fin de l'été, il arrive souvent qu'en soirée, le point de rosée soit atteint dans la serre quand les températures baissent, d'où l'importance de maintenir un minimum de chauffage. Le fait de fermer les écrans d'obscurcissement ou les écrans thermiques et/ou d'utiliser des lampes au sodium haute pression durant les mois d'hiver contribue à maintenir les feuilles plus chaudes en surface et à réduire ainsi la chaleur qu'elles perdent par rayonnement.

Mildious

Les trois genres *Peronospora, Plasmopara* et *Bremia* sont ceux qui causent le plus souvent les mildious chez les plantes ornementales. Plus courants ces dernières années, les mildious sont des maladies difficiles à maîtriser. Les champignons responsables causent principalement des brûlures foliaires, mais ils peuvent aussi se propager rapidement aux jeunes tissus verts des points végétatifs et des boutons floraux qui deviennent rabougris et difformes. Voici certaines des espèces les plus souvent atteintes : rosier, muflier, impatiente (sauf l'impatiente de Nouvelle-Guinée), *Lisianthus* spp., tournesol, espèces des genres *Coleus, Cineraria* et *Argyranthemum*, pensée/violette, basilic, plants repiqués de cucurbitacées et nombreuses vivaces.

Dans la plupart des cultures, des masses de spores duveteuses, blanches, ocre ou violettes apparaissent sur le revers des feuilles. Les feuilles de la plupart des plantes atteintes ont tendance à se replier vers le haut sur leur pourtour et à s'enrouler vers le bas. Des

taches chlorotiques (jaunes) apparaissent sur le dessus des feuilles aux points d'infection. L'abscision (chute) des feuilles survient généralement chez la plupart des plants gravement atteints.

Le développement et la propagation des mildious sont liés à la présence de pellicules d'eau sur les tissus végétaux et aux déplacements d'air, particulièrement pendant les nuits fraîches lorsque l'humidité relative est très élevée.

Des taches rouge violacé apparaissent sur le dessus des feuilles de rosiers. Celles-ci peuvent se déformer ou présenter les symptômes associés à la phytotoxicité des pesticides. Elles peuvent jaunir et tomber en grand nombre. Chez le rosier, le mildiou ne produit que très peu de spores visibles à moins que les conditions ne soient optimales.

Chez le muflier, le mildiou produit des coussinets de spores gris-brun qui rappellent un velours épais. Les feuilles se déforment et, si l'infection se déclare sur des plantules, celle-ci devient vite systémique et atteint les points végétatifs et les jeunes inflorescences, occasionnant de lourdes pertes.

Chez l'espèce *Impatiens walleriana*, la maladie se manifeste par des marbrures jaunes sur les feuilles ou un jaunissement général des feuilles, l'enroulement de celles-ci vers le bas et l'apparition de masses de spores blanches sur le revers des feuilles. Depuis 2011, le mildiou est devenu préoccupant dans les aménagements paysagers étant donné l'absence de stratégies de lutte pour l'extérieur.

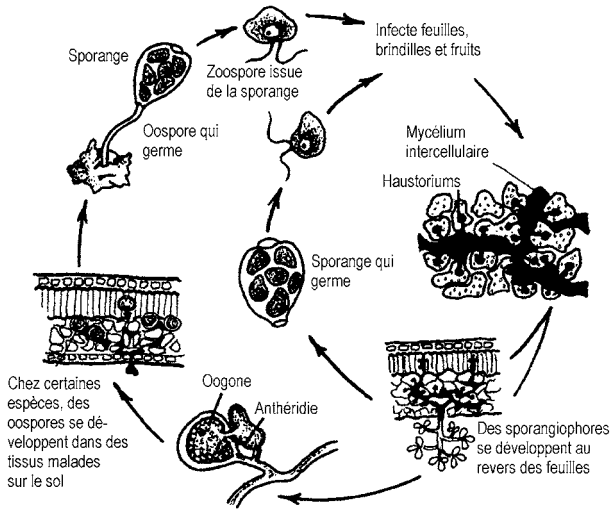
Chez le tournesol, les symptômes sont très semblables à ceux de l'impatiente.

Souvent, le même agent pathogène est responsable du mildiou chez les coléus et le basilic, car ces plantes appartiennent à la même famille. Dans les deux cas, les symptômes comprennent le jaunissement des feuilles, des lésions nécrotiques brunes de forme irrégulière, le rabougrissement des plants et des masses de spores brun gris tirant sur le violet sur la face inférieure des feuilles.

Les champignons responsables des mildious peuvent survivre longtemps sur des débris de plants infectés dans le sol ou sous forme d'oospores à l'intérieur de la serre ou dans les plates-bandes à l'extérieur.

La reproduction sexuée a pour résultat la production d'oospores, des spores à parois épaisses qui protègent le champignon pendant de longues périodes où les conditions ne sont pas propices à sa croissance et à sa propagation. Voir la figure 7–4, *Cycle biologique du mildiou*, ci-dessous.

Figure 7–4. Cycle biologique du mildiou


Sporange
Zoospore issue de la sporange
Infecte feuilles, brindilles et fruits
Oospore qui germe
Mycélium intercellulaire
Haustoriums
Sporange qui germe
Chez certaines espèces, des oospores se développent dans des tissus malades sur le sol
Oogone
Anthéridie
Des sporangiophores se développent au revers des feuilles

Moyens de lutte

La modification des conditions dans la serre conjuguée à des traitements fongicides peut prévenir la propagation de la maladie à des plants sains. Les fongicides ne guérissent pas les plants des infections systémiques. Les mildious deviennent très rapidement résistants à de nombreux fongicides. Il est important de pratiquer une rotation entre les fongicides des différents groupes déterminés par le *Fungicide Resistance Action Committee* (FRAC). Il est recommandé d'utiliser en alternance ou de combiner un fongicide à large spectre et des fongicides systémiques homologués, afin de réduire les risques d'apparition de résistances. Pour connaître les numéros de code du FRAC, les modes d'action et les profils d'emploi des produits homologués en date de juin 2014, voir le tableau 8-6 *Groupes de fongicides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 124, et le tableau 10-2 *Pesticides homologués, par ennemi combattu*, p. 149.

Éviter les fluctuations de l'humidité et de la température afin de prévenir la condensation sur les plants. Il est souvent difficile d'y parvenir dans les cultures de saison froide. Toutefois, un moyen d'y parvenir est de hausser les températures la nuit en chauffant les conduites sous les tables et en hauteur,

et de rehausser les températures nocturnes minimales afin que moins d'énergie se perde par rayonnement par les feuilles.

Éviter de mouiller le feuillage pendant l'irrigation, bien que ce soit généralement impossible dans les cultures de plantes de massif. Les spores sont disséminées par les éclaboussures d'eau et les courants d'air. Arroser, dans la mesure du possible, en début de matinée, afin de laisser le temps au feuillage de sécher.

Ramasser et sortir de la serre tous les plants infectés et débris végétaux, parce que le champignon survit sur les matières végétales mortes, en particulier sous la forme d'oospores à parois épaisses.

De nombreuses épidémies de mildiou se déclarent au cours de périodes prolongées de temps froid et pluvieux, quand l'exploitant cherche à économiser le carburant en réglant le thermostat trop bas, ou cesse de chauffer à la fin du printemps ou au début de l'automne.

Flétrissures infectieuses

Les flétrissures infectieuses provoquent le dépérissement de plantes entières, de parties de plantes ou de leurs principales ramifications. Les autres symptômes comprennent la décoloration vasculaire, le rabougrissement et le jaunissement des feuilles à des degrés divers. Il y a deux grandes sortes de flétrissures infectieuses :

- les flétrissures d'origine fongique causées par F*usarium solani, Fusarium oxysporum* et *Verticillium albo-atrum;*
- les flétrissures bactériennes causées par *Erwinia chrysanthemi, Erwinia carotovora, Xanthomonas campestris* et *Ralstonia solanacearum*. Pour des précisions sur les flétrissures bactériennes, voir la rubrique *Maladies bactériennes,* p. 111.

La plupart des champignons responsables des flétrissures infectieuses vivent dans le sol et s'attaquent aux racines ou au collet. Au fur et à mesure de leur déploiement dans le substrat, les poils absorbants et les extrémités des racines y exsudent des composés riches en éléments nutritifs tels que protéines et enzymes. Ces composés peuvent stimuler la germination des spores et sont la première source d'éléments nutritifs pour les organismes pathogènes potentiels jusqu'à ce que ces derniers se soient établis dans la plante-hôte.

Les champignons responsables des flétrissures se propagent seulement dans les tissus vasculaires, tandis que les bactéries responsables des flétrissures envahissent rapidement les tissus adjacents à la suite de la macération (décomposition) des tous les tissus cellulaires. Ces deux groupes d'organismes pathogènes peuvent être transmis par les tiges et/ou racines de boutures ne présentant pas de symptômes.

Chez certains hôtes, les symptômes d'infections à *Fusarium* et à *Verticillium* sont presque identiques et peuvent difficilement être distingués les uns des autres, si ce n'est par un examen en laboratoire. Ces organismes pathogènes obstruent les vaisseaux du xylème, entravant ainsi la diffusion de l'eau et des éléments nutritifs. Les symptômes comprennent habituellement la flétrissure, la nécrose du bord de la feuille, le jaunissement et tôt ou tard le brunissement des feuilles les plus vieilles. Les plantes sont habituellement rabougries, ont une floraison moins abondante et présentent des tissus vasculaires souvent brunâtres ou brun rougeâtre. Elles finissent par en mourir, surtout si l'infection s'est produite tôt. Il peut s'écouler de nombreuses semaines entre le moment de l'infection initiale et l'apparition des symptômes.

Fusarium peut provoquer la pourriture de la tige et du collet, entraînant la flétrissure du plant et son affaissement. Des lésions de brun foncé à noires se forment sur la tige au ras du sol ou juste au-dessous; leur bordure du côté de la progression est souvent rosâtre ou rougeâtre. L'infection évolue vers l'intérieur. Bien souvent, aucune altération de la couleur n'est visible à l'extérieur de la tige.

Fusarium est un champignon pathogène très commun chez un vaste éventail de cultures abritées. Par contre, *Verticillium* est beaucoup moins fréquent; il n'attaque habituellement que le chrysanthème, l'aster et le dahlia.

Les champignons pathogènes persistent dans le sol ou dans les débris végétaux pendant de longues périodes à l'état de spores à parois épaisses. Ces spores se forment lorsque les tissus des plantes commencent à s'assécher.

Les plantes qui souffrent d'un stress sont plus sensibles aux agents responsables des flétrissures et subissent des dégâts plus graves. Les facteurs de stress pour une culture en particulier comprennent les températures trop élevées ou trop basses du substrat et de l'air ambiant, de mauvaises pratiques d'arrosage ou de

fertilisation, des niveaux trop élevés ou trop bas du pH ou de la conductivité électrique du substrat.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les champignons pathogènes se répandent facilement à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Les larves de mouches des terreaux disséminent facilement les spores de *Fusarium* spp.

Moyens de lutte

Pour éviter le plus possible l'apparition et la propagation des agents responsables des flétrissures, maintenir de bonnes pratiques horticoles :

- Se procurer des boutures et semences exemptes d'organismes pathogènes.
- Enlever et détruire tous les plants infectés.
- Assainir les banquettes et les plateaux. Voir au chapitre 4 la partie intitulée *Produits désinfectants et nettoyants des surfaces des serres*, p. 56.
- Ne pas réutiliser de pots usagés.
- Pasteuriser en profondeur le sol des planches de culture.
- Maintenir les températures et les niveaux d'humidité du substrat à l'intérieur des fourchettes recommandées pour chaque culture.

Fonte des semis

Rhizoctonia solani, Pythium spp. et *Phytophthora* spp. sont les principaux responsables du complexe des maladies qui touchent à la fois les semences en germination et les jeunes plantules. Voir la figure 7–5, *Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences,* p. 104. Cependant, à l'occasion, ces maladies peuvent aussi être causées par *Fusarium, Botrytis* et *Sclerotinia*.

Fonte des semis en prélevée

La fonte des semis en prélevée détruit la radicule (future racine) en train de se développer et l'hypocotyle durant la germination ou peu après l'éclatement du tégument. Les jeunes plantules ne lèvent pas du tout. Les producteurs mettent souvent à tort une mauvaise levée sur le compte de la piètre qualité des semences. La fonte des semis en prélevée est rarement observée de nos jours du fait de la bonne maîtrise de l'humidité et des températures dans les plateaux à alvéoles durant la germination et l'établissement.

Fonte des semis en postlevée

Cet accident est bien connu de la plupart des producteurs. La tigelle est envahie par le champignon près du niveau du sol. La plantule se flétrit ou cesse de croître, la tige ploie et la plante s'affaisse sur le sol. Les lésions sur les tiges peuvent paraître quelque peu gorgées d'eau. D'autres variantes de la fonte des semis en postlevée incluent la pourriture ou fonte de la partie aérienne et la pourriture ou fonte des racines.

Fonte tardive des semis

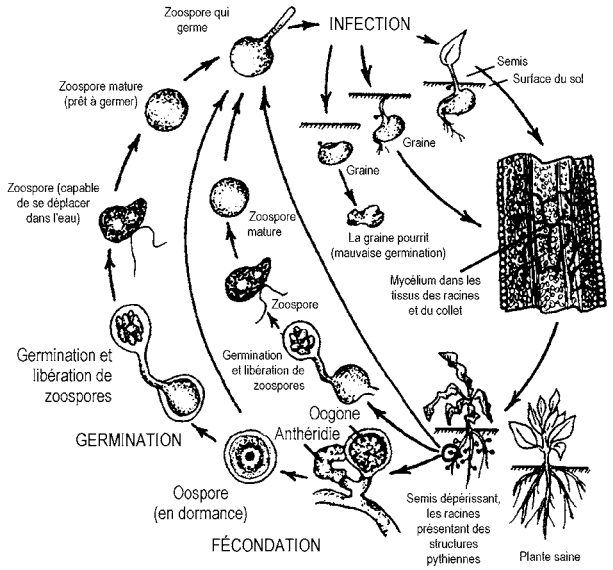
Cette forme de fonte frappe d'ordinaire les plantules plus vieilles que l'on a endurcies en vue du repiquage. Des lésions noires et sèches cernent partiellement les tiges, qui deviennent filiformes à cet endroit. Les plantules infectées s'étiolent et finissent par mourir. *Rhizoctonia solani* est en cause dans cet état pathologique. Une forte humidité du substrat et une mauvaise circulation d'air à l'intérieur du feuillage des plantules augmentent les risques d'infection.

Rhizoctonia se propage souvent en cercles dans les plateaux de semis. On peut souvent apercevoir des filaments de mycélium gris-brun à la surface du substrat ou des symptômes rappelant une brûlure des parties aériennes.

Les pourritures aqueuses ou pourritures molles, comme celles qui sont causées par *Pythium* et *Phytophthora,* peuvent s'attaquer aux semences, mais elles débutent habituellement à la pointe des jeunes racines. Leurs dégâts sont graves quand l'humidité est élevée et que les températures sont fraîches.

Un substrat humide, une mauvaise hygiène, une ventilation inadéquate, une forte hygrométrie, des températures fraîches et des peuplements trop denses ou des plants de semis trop avancés forment les conditions idéales de développement des champignons responsables de la fonte des semis.

Figure 7–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences



Moyens de lutte

Pour maîtriser la maladie :

- L'hygiène revêt une grande importance. Utiliser seulement des caissettes ou des plateaux alvéolés neufs pour les cultures sensibles à la fonte des semis.
- Éviter les éclaboussures d'eau, car elles contribuent à la propagation du ou des organismes pathogènes.
- Utiliser un substrat de semis poreux, qui se draine bien.
- Maintenir une température adéquate au cours des différentes phases de la germination et de la croissance des plantules.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Éviter que le substrat utilisé pour les semis ne soit contaminé par de la poussière ou du substrat ayant déjà servi.
- Diminuer les brumisations dès que possible après la levée des plantules ou faire germer la culture dans des chambres de germination où règne une forte humidité.

Pourritures du collet et des racines

Les champignons les plus souvent associés aux pourritures du collet et des racines sont, par ordre d'importance, *Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Fusarium, Thielaviopsis* et *Sclerotinia*. Les champignons responsables des pourritures du collet et des racines vivent dans le sol. Ils sont une menace constante pour le serriculteur commercial. Il est à noter que chacun de ces champignons pathogènes demande, pour son développement, des conditions de milieu qui lui sont propres.

La « pourriture des racines » est le terme général qui désigne la mort, puis la décomposition des racines causées par diverses espèces de champignons. La maladie commence par un dysfonctionnement des racines corticales qui deviennent spongieuses, brunâtres ou noirâtres. La plante atteinte émet peu de nouvelles racines. Au stade avancé de la pourriture, le feuillage jaunit, s'étiole et finit par flétrir.

Les pourritures des racines affaiblissent des plants isolés ou des groupes entiers de plants. Elles compromettent l'uniformité des planches de culture et causent souvent des symptômes de déséquilibre nutritionnel. Elles peuvent avoir des conséquences graves dans les serres à système fermé avec sub-irrigation.

Les maladies des racines sont plus difficiles à diagnostiquer par un simple examen visuel que la plupart des maladies foliaires.

Moyens de lutte

Tous les champignons causant des pourritures des racines peuvent survivre dans le substrat ou sur les tissus infectés sous forme de mycélium ou de spores. La plupart des substrats sans sol étant considérés comme étant exempts d'agents pathogènes, ils ne renferment pas vraiment non plus de champignons ou de bactéries susceptibles d'agir comme antagonistes naturels. Les champignons responsables des pourritures des racines peuvent demeurer longtemps dans le sol ou le substrat sous forme d'oospores, de chlamydospores ou de sclérotes (structures dormantes à parois épaisses) qui restent viables pendant de longues périodes. Lorsqu'ils entrent en contact avec les racines d'un hôte sensible, ils s'activent (germent) et commencent à infecter les tissus des racines. Comme il est difficile d'éliminer complètement la source d'inoculum, la clé de toute lutte efficace consiste à prévenir autant que possible l'activité de ces champignons.

Tous ces champignons peuvent être disséminés dans l'eau d'irrigation et par les éclaboussures d'eau. Ils

peuvent aussi l'être par du substrat contaminé, le sol sous les banquettes, les débris de végétaux infectés, les contenants réutilisés, la poussière, les matelas capillaires réutilisés et l'eau d'irrigation recyclée. L'eau d'irrigation provenant de bassins de stockage recueillant des eaux de ruissellement peut contenir des agents pathogènes responsables des pourritures des racines. Pour les cultures sensibles pratiquées dans un système fermé, il est recommandé de traiter la solution de recirculation par les rayons UV, par ozonation, par pasteurisation à la chaleur, par chloration ou au peroxyde d'hydrogène.

Les plants sains résistent aux infections causant la pourriture des racines. Les facteurs de stress auxquels sont soumises les cultures contribuent pour une large part aux pourritures du collet et des racines en prédisposant les plants aux attaques des organismes pathogènes. Ces facteurs de stress peuvent être les suivants : fertilité du substrat, conductivité électrique élevée, pH élevé du substrat, méthodes d'arrosage, température de l'air et du substrat, intensité lumineuse et applications de pesticides et de retardateurs de croissance par bassinage du sol. Il existe, pour chaque champignon pathogène responsable de la pourriture des racines, une température, un niveau d'humidité et un pH optimaux.

Traitements par bassinage des substrats

On a habituellement recours aux traitements par bassinage du sol pour lutter contre les agents pathogènes s'attaquant aux racines et au collet. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume du substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150-180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution/m². Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer. Les traitements préventifs des jeunes plants administrés juste avant leur transplantation dans un pot plus grand sont un bon moyen de réduire la quantité de pesticide employé.

L'administration de traitements par bassinage du sol pose des difficultés dans le cas des cultures soumises à la sub-irrigation, d'abord parce que les racines sont alors concentrées dans le fond du pot tandis que le fongicide est appliqué par le haut, ensuite parce que les sels accumulés dans la couche supérieure du substrat sont alors entraînés vers le bas dans la zone racinaire, ce qui risque d'intensifier le problème. L'application de fongicides par sub-irrigation est très efficace. Se renseigner sur les solutions envisageables en s'adressant à un spécialiste de la floriculture en serre.

Pour éviter les dommages aux racines des végétaux, le substrat doit être humide au moment de l'application des fongicides.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par bassinage du sol ne sauraient remplacer un programme d'assainissement de la serre ou de pasteurisation du sol, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou l'élimination des pathogènes dans le sol ou les parties basales de la plante pendant le cycle de croissance.

Certains fongicides sont absorbés par les racines et diffusés dans tout le plant. Ils ont ce qu'on appelle une action systémique et offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie combattue. Aliette est le seul fongicide dirigé contre les agents pathogènes responsables de maladies des racines ou des collets qui soit plus efficace lorsqu'il est appliqué sur les feuilles qui l'absorbent et le diffusent par la suite vers le bas dans le phloème.

Pythium spp.

Les espèces du genre *Pythium* sont les champignons responsables de la pourriture des racines qui sont les plus fréquents dans les serres. Plusieurs de ces espèces, notamment *P. ultimum* (la plus répandue), *P. aphanidermatum* et *P. irregulare* s'attaquent à de nombreuses cultures.

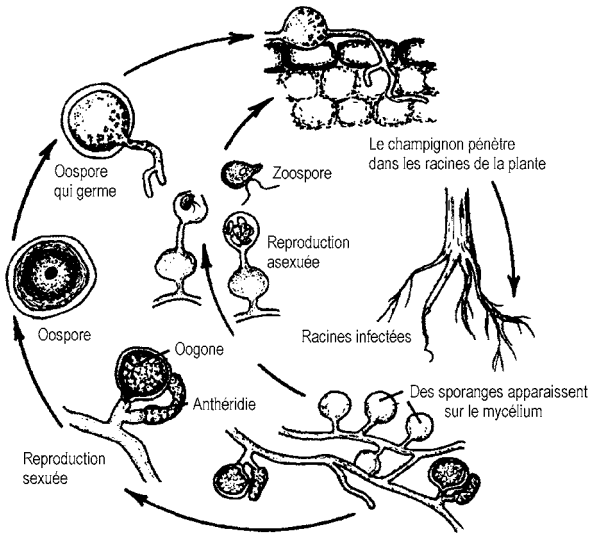
Les symptômes varient avec l'âge et le stade phénologique de la plante atteinte. Sur les vieux plants, l'infection ne touche habituellement que les racines et les poils absorbants. Les racines infectées sont molles et spongieuses et présentent différentes nuances de brun. L'infection provoque d'abord une pourriture aqueuse brune à la pointe des racines et sur le cortex. Habituellement, le cortex se désagrège et laisse à nu le cylindre vasculaire (qui demeure filiforme). Des lésions peuvent apparaître sur le collet des cultures plus succulentes comme le gloxinia. Sur la partie aérienne des plants, les symptômes sont le rabougrissement, le flétrissement et le jaunissement, qui sont consécutifs au manque d'eau et aux carences nutritionnelles provoquées par l'infection. Le chancre noir ou la

jambe noire causés par *Pythium* donnent des tissus généralement très noirs et souvent brillants.

La germination des spores de *Pythium* est stimulée par les exsudats racinaires dont se nourrit le champignon jusqu'à ce que le mycélium ait enfoncé dans les racines ses minces filaments blancs extrêmement ramifiés et à croissance rapide. Voir la figure 7–6, *Cycle biologique de Pythium,* ci-dessous. Selon l'espèce, *Pythium* produit très vite deux types de spores :

- Des zoospores asexuées qui, lorsqu'elles sont libérées, peuvent nager dans des pellicules d'eau jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec des tissus végétaux sains où elles germent et provoquent de nouvelles infections.
- Des oospores sexuées à parois épaisses, qui résistent à la fois à des températures élevées et basses et qui restent viables pendant de longues périodes de temps.

Figure 7–6. Cycle biologique de *Pythium*



Indépendamment de l'espèce, les spores sont rapidement disséminées dans les serres par l'eau de sub-irrigation.

Moyens de lutte

Les infections à *Pythium ultimum* se produisent surtout à des températures sous les 18 °C, tandis que les infections par d'autres espèces du même genre se produisent quand il fait chaud. Maintenir des températures favorables à la croissance des plantes et surtout de leurs racines. Un substrat chaud occasionne un stress important aux racines; c'est un problème qu'il faut éviter pendant les mois d'été quand la culture se fait sur des planchers de béton et des rigoles de métal.

Éviter le surarrosage et la surfertilisation quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Utiliser un substrat poreux qui se draine bien. Garder la CÉ du substrat faible durant l'été. Vérifier régulièrement que le niveau de salinité n'est pas trop élevé. Éviter les excès de fertilisation azotée.

Surveiller et maîtriser les populations de mouches des terreaux, dont les larves et les adultes, peuvent être vecteurs de la maladie.

Rhizoctonia

Rhizoctonia solani est un champignon souvent associé à la fonte des semis décrite plus haut, mais la maladie peut également toucher les boutures racinées et les plants bien établis de la plupart des cultures florales et d'ornement commerciales.

Les symptômes peuvent varier d'un hôte à l'autre et en fonction du stade phénologique, mais habituellement, ils consistent en lésions brun rougeâtre ou noires sur la partie souterraine de la tige et sur les racines des plants infectés. Lorsque les conditions sont favorables, les lésions s'élargissent et se multiplient et finissent par recouvrir toute la base de la plante. Voir la figure 7–7, *Cycle biologique de Rhizoctonia,* p. 107.

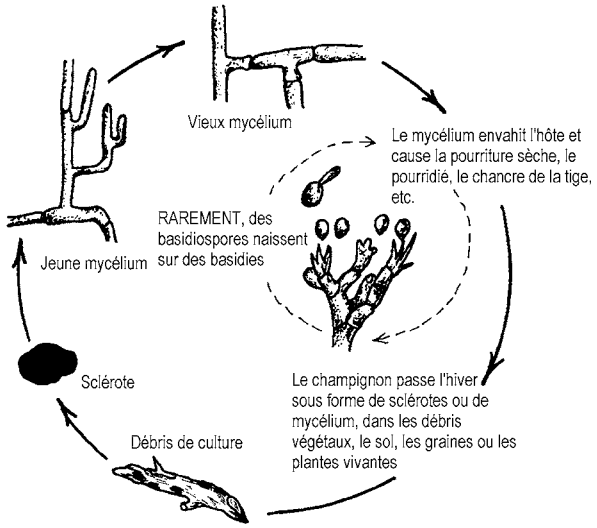
Rhizoctonia met un certain temps pour cerner le collet et la zone racinaire des plantes établies. Par conséquent, le producteur risque de ne remarquer la maladie que longtemps après le début de l'infection, quand les plants commencent à flétrir ou à paraître rabougris avec leurs feuilles jaunes. Habituellement, les feuilles basses des plants infectés jaunissent et la plante peut se briser au ras du sol.

Y sont sensibles, les plants en pot propagés par boutures, comme le géranium, le poinsettia et l'impatiente de Nouvelle-Guinée. La maladie se manifeste par une pourriture basale brune et parfois par des tiges fissurées longitudinalement. À la suite d'une infection du collet, la pourriture peut se manifester sur le collet sans que les racines ne soient affectées.

Les tiges, les bulbes et les cormes charnus et succulents présentent souvent des lésions déprimées et sèches, de couleur brune ou noire. Les ramifications inférieures

des plantes peuvent développer des chancres de la tige aux endroits où elles ont été éclaboussées par du substrat infecté.

Figure 7–7. Cycle biologique de *Rhizoctonia*


Vieux mycélium
Le mycélium envahit l'hôte et cause la pourriture sèche, le pourridié, le chancre de la tige, etc.
RAREMENT, des basidiospores naissent sur des basidies
Jeune mycélium
Sclérote
Le champignon passe l'hiver sous forme de sclérotes ou de mycélium, dans les débris végétaux, le sol, les graines ou les plantes vivantes
Débris de culture

Moyens de lutte

Dans la plupart des cultures de serre, *Rhizoctonia* est favorisé par une température élevée du sol et/ou de l'air et une forte humidité relative. Éviter un milieu de croissance extrêmement mouillé ou sec. S'assurer d'une bonne circulation d'air afin de favoriser l'assèchement rapide des surfaces du substrat. *Rhizoctonia* sévit particulièrement à des températures de 17-26 °C, une fourchette qui correspond aux températures maintenues pour la plupart des cultures (multiplication et production).

Phytophthora spp.

Les champignons du genre *Phytophthora* provoquent la pourriture des racines et du collet (comme *Pythium*), bien que cette pourriture ne commence généralement pas à la pointe des racines. Ils produisent aussi parfois des brûlures foliaires. En Ontario, ces agents pathogènes sont surtout observés durant l'été.

Deux espèces couramment rencontrées, *P. cryptogea* et *P. parasitica* s'attaquent de nombreuses cultures différentes, mais se manifestent par des symptômes similaires. *Phytophthora,* tout comme *Pythium,* produit une pourriture dite aqueuse; les spores asexuées et le mycélium se propagent rapidement dans les pellicules d'eau.

Les symptômes typiques sont des lésions nécrotiques brunes ou noires sur les grosses racines et sur les collets. Des chancres à striures noires se développent fréquemment à la base des plants. L'infection peut gagner les feuilles si celles-ci viennent en contact avec un substrat infecté.

La production et le développement des zoospores sont stimulés par un substrat saturé et l'exsudation des racines.

Moyens de lutte

Éviter de trop irriguer quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Utiliser un substrat poreux, bien drainé et exempt d'agents pathogènes. Éviter les milieux de croissance saturés. La gestion de l'eau est très importante.

Éviter une température du substrat supérieure à 26 °C.

Encre des chênes rouges *(Phytophthora ramorum)*

L'encre des chênes rouges est une maladie grave causée par l'agent pathogène *Phytophthora ramorum,* qui a provoqué la mort de centaines de milliers de chênes en Californie et en Oregon depuis sa première apparition au milieu des années 1990. Cet agent pathogène possède un vaste éventail d'hôtes appartenant à des douzaines de genres (dont toutes les espèces y sont sensibles), y compris bon nombre d'espèces ornementales ligneuses couramment cultivées en pépinière, qui sont tous réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). La maladie a été détectée en Colombie-Britannique et fait l'objet d'une campagne d'éradication menée par l'ACIA. Des mesures strictes ont été mises en place pour veiller à ce que la maladie ne s'établisse pas au Canada. L'agent pathogène provoque toute une série de symptômes qui peuvent varier selon l'hôte. Les symptômes vont d'un déclin et d'un dépérissement rapides du chêne à des brûlures et à des taches foliaires sur les plants de rhododendron et de camélias.

Tout laisse croire que *P. ramorum* se propage par des spores aéroportées et par la pluie poussée par le vent. Des températures fraîches et un taux d'humidité relativement élevé favorisent la prolifération de la maladie.

L'existence de deux types sexuels a été établie; il s'agit du type A1 ou souche européenne et du type A2 ou souche nord-américaine.

Pour prendre connaissance des exigences phytosanitaires les plus récentes visant à prévenir l'introduction au Canada de cette maladie, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Fusarium spp.

Plusieurs espèces de champignons du genre *Fusarium,* plus particulièrement *F. solani* et *F. oxysporum,* provoquent la pourriture des tiges, des collets, des cormes, des bulbes et des tubercules.

Sur les racines, les tissus infectés deviennent habituellement rouge foncé ou bruns et peuvent former des stries qui remontent jusqu'au niveau du sol. Les plantes atteintes accusent généralement un retard de croissance. À mesure que la pourriture des racines progresse, les feuilles les plus vieilles se mettent à jaunir et les feuilles jeunes deviennent flasques. En raison du temps que l'agent pathogène met à obstruer les tissus vasculaires, ces infections ne se manifestent souvent qu'à l'approche de la floraison.

Dans le cas d'une pourriture de la tige, par exemple chez le chrysanthème et l'œillet, les plants infectés se flétrissent et meurent à cause de la pourriture qui s'est développée à la jonction de la tige et du collet. Les lésions qui se forment sur la tige au niveau du sol ou juste au-dessous ont souvent une bordure rose ou rouge d'où part l'infection. Les lésions progressent vers l'intérieur des tiges. En général, les tiges ne changent pas de couleur à l'extérieur.

La pourriture des bulbes et des cormes peut survenir à la fois en cours de culture et en cours d'entreposage. La pourriture progresse habituellement à partir d'une blessure ou de la base de ces organes et peut ne pas produire de symptômes visibles. Toutefois, le plateau et les écailles charnues sont bruns, se décomposent et présentent un feutre mycélien. Souvent, le feuillage devient violet ou jaune et meurt prématurément.

Moyens de lutte

Les facteurs de stress culturaux, qui constituent la principale cause environnementale de l'infection par *Fusarium,* prédisposent les plants aux attaques par ce champignon. Les stratégies de lutte ordinaires s'appliquent. Revoir les pratiques de production utilisées et les modifier au besoin pour réduire au minimum les facteurs de stress.

Maintenir la température à un niveau convenable, en évitant des températures élevées dans l'air et dans le substrat. Éviter de trop fertiliser les cultures quand elles sont soumises à un stress.

Faire des arrosages réguliers. Les extrêmes de sécheresse ou d'humidité sont propices à l'infection par *Fusarium*. Un stress occasionné par la sécheresse peut accélérer l'apparition des symptômes.

Utiliser un substrat exempt d'organismes pathogènes. N'utiliser que des pots et plateaux neufs afin d'éviter tout risque de contamination. Pasteuriser le sol pour lutter efficacement contre la maladie dans les cultures sur sols et utiliser pour la multiplication végétative du matériel sain exempt de maladies.

Enfin, faire des traitements fongicides préventifs ou en vue de la maîtrise partielle durant les périodes où un stress inévitable est imposé à la culture.

Thielaviopsis basicola

Thielaviopsis basicola produit une pourriture noire sévère des racines de plusieurs des grandes cultures florales de serre : cyclamen, fuchsia, géranium, kalanchœ, pensée, pervenche, pétunia, poinsettia, primevère et violette.

Les racines infectées se couvrent en général totalement ou partiellement de lésions noires. Il arrive que l'extrémité des racines noircisse. Souvent, les plants sont rabougris et présentent des feuilles jaunes ou blanches comme celles des plants souffrant de carences nutritionnelles graves. Les racines meurent rapidement, entraînant la perte des plants.

Moyens de lutte

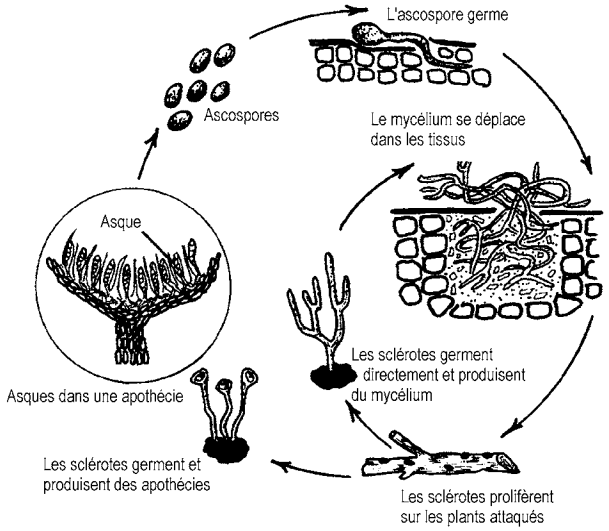
- Surveiller le substrat. *Thielaviopsis* est favorisé par un substrat qui affiche une forte teneur en humidité et un pH élevé. Dans la plupart des cultures, des substrats plutôt frais (15-16 °C) favorisent la propagation de cet agent pathogène. Selon certains rapports cependant, dans les cultures de saison froide comme celles des pensées/violettes, la température optimale pour son développement serait plutôt de 25 °C.
- Éviter les températures trop élevées ou trop basses pour la culture. Ainsi, s'abstenir de cultiver la pervenche sous des températures inférieures à 20-21 °C ou de cultiver la pensée/violette sous des températures dépassant 18 °C.
- Éviter les apports importants d'azote ammoniacal parce qu'ils rendent les cultures sensibles plus vulnérables aux infections en stimulant la croissance de tissus mous.
- Maintenir des pratiques d'hygiène adéquates et n'utiliser que des contenants neufs pour les cultures très sensibles.
- Utiliser un substrat exempt d'agents pathogènes et maintenir le pH sous les 5,5. Éviter les niveaux d'humidité élevés dans le substrat.
- *Thielaviopsis* est difficile à éradiquer si la culture se fait au sol ou sur des banquettes de bois. Heureusement, cette maladie n'est pas fréquente.

Sclerotinia

De nombreuses cultures ornementales herbacées et cultures légumières peuvent être attaquées par *Sclerotinia sclerotiorum,* y compris : chrysanthème, muflier, sauge, dahlia, pied-d'alouette, tagète, tomate, poivron et aubergine. Les infections à *Sclerotinia* sont plus fréquentes sur les cultures de plein champ, mais s'observent à l'occasion sur les cultures de serre.

Les symptômes varient selon l'hôte, la partie de l'hôte qui est atteinte et les conditions environnementales. Le premier symptôme le plus apparent est la présence d'un feutre mycélien blanc épais sur les tiges près de la surface du sol. Voir la figure 7–8, *Cycle biologique de Sclerotinia,* ci-contre. Peu après, de gros organes de fructification noirâtres, appelés sclérotes, se trouvent emprisonnés dans le mycélium ou dans le cœur des tiges des plantes. Le champignon cause une pourriture de la tige et tôt ou tard le flétrissement et la mort du plant.

Figure 7–8. Cycle biologique de *Sclerotinia*


L'ascospore germe
Ascospores
Le mycélium se déplace dans les tissus
Asque
Asques dans une apothécie
Les sclérotes germent directement et produisent du mycélium
Les sclérotes germent et produisent des apothécies
Les sclérotes prolifèrent sur les plants attaqués

Aucun symptôme ne se manifeste sur le feuillage au cours des premiers stades de l'infection, tant que le champignon n'a pas complètement envahi la tige, sauf si l'infection s'est d'abord déclarée sur une feuille.

Le champignon survit soit sous forme de sclérote dans les débris de végétaux ou dans le sol pendant au moins trois ans, soit sous forme de mycélium dans des végétaux morts ou vivants. Les sclérotes sont très résistants aux températures et aux taux d'humidité extrêmes.

Moyens de lutte

Pasteuriser le sol pour lutter efficacement contre ce champignon pathogène dans les cultures sur sols. Pour les cultures sur banquettes, la lutte est plus difficile. Maintenir le feuillage sec en recourant le moins possible à l'irrigation par aspersion ou à l'irrigation goutte à goutte. Bien espacer les plants pour permettre à l'air de circuler à travers le feuillage.

Sclerotinia sévit surtout au printemps et en été parce que son activité est influencée par la photopériode.

Rouilles

Les champignons responsables des rouilles dans les cultures abritées sont des parasites obligatoires, ce qui signifie qu'ils s'en prennent à un hôte (la culture dans laquelle on les trouve) qui leur est spécifique. Certains champignons qui provoquent des rouilles dans des cultures en plein air ont besoin d'un hôte-relais pour accomplir leur cycle biologique. Ce n'est toutefois pas

le cas des espèces qui s'attaquent aux cultures de serre, dont le cycle biologique complexe produit jusqu'à cinq types de spores différents. La rouille peut apparaître sur les œillets, chrysanthèmes, fuchsias, géraniums, mufliers, poinsettias et une multitude de vivaces d'extérieur, dont l'ancolie, l'hémérocalle et le rosier.

Les rouilles se reconnaissent aux masses d'urédospores blanches, jaunes, orangées ou brunes à brun rougeâtre qu'on peut observer sur la face inférieure des feuilles et sur les tiges. Ces masses apparaissent quand les pustules éclatent et émettent les spores à maturité. Les premiers symptômes apparaissent habituellement dans les 5 à 7 jours suivant l'infection, selon les conditions environnementales.

Les différentes rouilles peuvent entraîner la formation de taches en forme d'auréoles concentriques. Les auréoles sont consécutives à des infections secondaires et tertiaires favorisées par un ensemble de conditions environnementales. La surface de la feuille juste au-dessus de chaque pustule est habituellement jaune et peut être enfoncée. Des points d'infection nombreux sur une même feuille entraînent le jaunissement et tôt ou tard la sénescence de la feuille. Les feuilles du bas sont habituellement infectées en premier. Il est rare toutefois que les plants en meurent.

Des températures fraîches, un taux d'humidité relative élevé dans le feuillage et une forte densité de peuplement sont les principaux responsables des premiers foyers de maladies et des infections secondaires et tertiaires.

Dans une serre, les spores des rouilles sont disséminées par les courants d'air et par les éclaboussures d'eau. Les spores peuvent être transportées sur de longues distances sur les surfaces des feuilles ou des boutures. La présence d'une pellicule d'eau sur la face supérieure des feuilles pendant un minimum de 3 ou 4 heures est nécessaire à la germination des spores et à l'infection, mais la sporulation se produit sur la face inférieure des feuilles.

Les champignons responsables des rouilles survivent à l'état de spores, de mycélium systémique ou dans les végétaux en dormance ou encore dans les débris de végétaux.

Moyens de lutte

La rouille blanche du chrysanthème est la seule rouille justiciable de quarantaine chez les plantes ornementales. Elle se manifeste par des pustules de couleur crème sur le revers des feuilles inférieures, puis les pustules progressent vers le haut du plant si les conditions sont propices à la maladie. Pour plus d'information sur cette maladie et les dernières directives de l'ACIA sur la protection des végétaux, voir le site *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Les producteurs qui reçoivent des États-Unis, du matériel végétal servant à la culture du chrysanthème qu'ils soupçonnent d'être infecté par la rouille blanche du chrysanthème doivent communiquer immédiatement avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Le matériel de production du chrysanthème ne peut être importé d'Europe au Canada.

Il est difficile de maîtriser les rouilles, parce que la plupart produisent plus d'un type de spores et parce que les résidus de plants infectés sous les banquettes, par exemple, abritent les spores durant de longues périodes.

Des températures entre 10 et 25 °C favorisent la production de spores de la plupart des rouilles. Les spores sont plus facilement libérées dans l'air si l'humidité relative fluctue durant la journée.

Les infections sont d'ailleurs souvent plus graves près des ventilateurs et dans les coins de la serre. Des infections graves se produisent aussi là où les plants sont serrés ou ont une frondaison dense qui nuit à la circulation d'air et entraîne la stratification de la température à travers la culture.

Éviter l'irrigation par aspersion ou les arrosages en fin d'après-midi. Espacer les plants de manière à favoriser la circulation d'air à l'intérieur du feuillage.

Éviter la formation de rosée sur les plants en réglant adéquatement le chauffage, la ventilation et la circulation d'air pendant la nuit afin de maîtriser l'humidité relative autour des plants et à l'intérieur de la frondaison.

Détruire tous les plants atteints afin de réduire le niveau d'inoculum.

Maladies bactériennes (bactérioses)

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui se multiplient rapidement dans des conditions de température idéales. Leur rythme de développement et de propagation s'accroît avec la température, la disponibilité d'eau et de nourriture. Pour que les bactéries pathogènes envahissent les plants, elles ont aussi besoin d'une blessure ou d'un orifice naturel, comme les stomates ou les hydatodes des feuilles.

Certaines bactéries phytopathogènes s'attaquent seulement à une ou deux espèces végétales, tandis que d'autres s'attaquent à une large gamme de plantes. Les plantes communément victimes de bactéries sont le géranium, le bégonia, le chrysanthème, la calla (arum) et l'hibiscus.

Les bactérioses prennent l'apparence de flétrissements, de pourritures des tiges et des racines, de taches sur les feuilles, de galles et de fasciation de parties de la plante. Même si elles sont moins fréquentes que les maladies fongiques, les bactérioses sont parfois très destructrices et difficiles à combattre. Les bactéries qui causent le plus communément des maladies chez les cultures de serre appartiennent aux genres *Erwinia, Pseudomonas, Ralstonia* et *Xanthomonas*. Ces bactéries peuvent vivre à la surface ou à l'intérieur des racines ainsi que sur les feuilles et les tiges de leurs hôtes, et chez des plantes qui ne sont pas leurs hôtes.

Les bactéries ne produisent pas de spores. La plupart des bactéries survivent dans la serre dans un état de semi-dessiccation et infectent les débris végétaux pendant longtemps. Par ailleurs, *Ralstonia* survit longtemps dans le sol sans association avec des tissus végétaux. Pour des détails, voir p. 112, sous *Ralstonia solanacearum*.

Les bactéries pénètrent dans les plantes par les lésions et les orifices naturels des feuilles tels que les stomates et les hydatodes. Pour qu'une infection bactérienne débute sur les parties aériennes de la plante, il faut habituellement que celles-ci soient recouvertes d'une pellicule d'eau.

Dans le cas des flétrissures bactériennes, le premier symptôme est le flétrissement ou la brûlure de feuilles entières ou du bord des feuilles. L'infection devient très rapidement systémique, progressant dans les nervures des feuilles et les pétioles. Les feuilles entières jaunissent et présentent de grosses lésions jaunes en V. Lorsque les bactéries envahissent la tige, celle-ci prend à l'extérieur une coloration gris foncé tirant sur le noir et semble gorgée d'eau. À l'intérieur, les tissus de la tige sont noirs.

Les conditions favorables à la propagation des maladies bactériennes sont une température élevée de l'air et du substrat et une forte humidité relative. Les bactéries ne survivent que dans des végétaux vivants ou en décomposition.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les bactéries pathogènes se répandent à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique ne permet d'éradiquer les maladies bactériennes des plants infectés dans un environnement de culture. La prévention et l'exclusion sont la clé. On réduit le risque d'infection bactérienne en observant de bonnes pratiques culturales et en adoptant des méthodes rigoureuses de stérilisation.

Pour la multiplication, acheter des plants exempts de maladies chez un sélectionneur de végétaux et les isoler. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisés pour les travaux de multiplication.

En général, un milieu chaud (plus de 25 °C) est nécessaire à la reproduction rapide des bactéries et à l'apparition des symptômes.

Les bactéries se répandent sur les feuilles et les tiges à la faveur de la condensation, des éclaboussures et des travaux de taille ou de prélèvement des boutures. Ces agents pathogènes se propagent aussi très rapidement d'une plante à l'autre dans les banquettes de multiplication et dans les réseaux de sub-irrigation.

Des pulvérisations de cuivre fixe (neutre) ou de cuivre organique protègent assez bien les cultures contre les maladies bactériennes, mais elles ne peuvent pas les éradiquer et elles sont parfois phytotoxiques.

Erwinia carotovora

Les symptômes d'*Erwinia carotovora* sont une pourriture molle qui, au début, a un aspect simplement aqueux, mais qui se transforme rapidement en une pourriture pâteuse nauséabonde qui provoque l'effondrement complet du plant. Cette bactérie se développe très bien en milieu chaud et humide. La maladie est favorisée par une irrigation accrue et de hautes teneurs en phosphore et en azote. *Erwinia* est une bactérie omniprésente dans le milieu naturel.

Erwinia chrysanthemi

Erwinia chrysanthemi s'attaque à une large gamme de cultures florales, y compris toutes les plantes à feuillage décoratif, le chrysanthème, le poinsettia et le bégonia. Ses symptômes comprennent les pourritures molles, les brûlures foliaires et les flétrissures.

Ralstonia solanacearum

Ralstonia solanacearum est une bactérie phytopathogène qui provoque une flétrissure infectieuse. Ses hôtes sont très nombreux. Mieux connue jusqu'ici sous le nom de *Pseudomonas,* la bactérie n'est pas véritablement un agent pathogène nouveau. À cause de sa diversité, elle est classée dans divers groupes appelés races et biovars selon ses hôtes et les réactions biochimiques qui s'opèrent. La forme la plus préoccupante, le biovar 2 de race 3, ou « race spécifique à la pomme de terre », a été détectée dans des boutures végétatives de géranium provenant de régions tropicales ou subtropicales. Ce biovar est particulièrement préoccupant parce qu'il a été démontré qu'il survit dans les sols des régions au climat tempéré. Le biovar 2 de race 3 de *Ralstonia solanacearum* est un agent pathogène de quarantaine réglementé au Canada et aux États-Unis. Il a également été inscrit sur la liste des agents et toxines *(Select Agents and Toxins)* établie par le ministère de l'Agriculture des États-Unis (USDA) en vertu de l'*Agricultural Bioterrorism Act of 2002*. La maladie est réglementée parce qu'elle n'existe pas en Amérique du Nord et que l'éventail de ses hôtes comprend deux cultures vivrières importantes, celles de la pomme de terre et de la tomate.

Les producteurs qui soupçonnent la présence de cette maladie doivent en aviser immédiatement l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Ralstonia s'infiltre dans les plantes par les racines ainsi que par les lésions des tiges. La race 3 sévit surtout ou est le plus virulente quand les températures se situent entre 24 et 35 °C; sa virulence diminue quand les températures sont très élevées ou très fraîches.

Les premiers symptômes ressemblent à ceux de la brûlure bactérienne. Les feuilles inférieures sont en général les premières à flétrir lorsque les racines constituent les points d'infection; leur limbe peut se couvrir de plages jaunies. Des taches brunes ou noires peuvent se développer sur les tiges au ras du sol. La plante tout entière flétrit et finit par mourir.

La bactérie survit longtemps dans le sol sans avoir besoin de débris végétaux. Dans les cultures de serre, elle peut se propager par l'intermédiaire des outils de bouturage, du sol ou du réseau de sub-irrigation recyclant la solution nutritive.

La maladie se propagerait facilement par l'eau de recirculation des systèmes d'irrigation lorsque la solution n'est pas pasteurisée. De plus, les bactéries sont disséminées par les éclaboussures d'eau, par les contacts entre les plants ainsi que par les mains des travailleurs, outils et vêtements contaminés.

Pour connaître les dernières directives sur la protection des végétaux et la fiche technique consacrée à *Ralstonia,* consulter le site *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

La maîtrise de cette maladie passe par la mise en quarantaine et la destruction des cultures.

Xanthomonas campestris pv.

Xanthomonas campestris et ses diverses souches causent des taches foliaires et des pourritures de la tige chez un large éventail de plantes, dont le bégonia, le géranium, le zinnia et le dieffenbachia. Les symptômes vont des petites taches foliaires bien définies à auréole jaune sur les feuilles à l'atteinte systémique qui entraîne la coloration gris-vert des nervures des feuilles.

Les feuilles infectées flétrissent, finissent par virer au jaune et meurent. Les tiges prennent une teinte vert foncé quand leur tissu vasculaire devient obstrué par les bactéries. Chez le géranium et le bégonia, de nombreuses feuilles se couvrent de taches jaunes caractéristiques, en V, délimitées par les nervures principales. Quand l'infection débute, il peut

arriver que les symptômes apparaissent sur une seule ramification de la plante.

Certains hôtes ne présentent pas de symptômes clairs mais peuvent sembler manquer de vigueur.

Xanthomonas campestris pv. *pelargonii,* communément appelé « agent de la brûlure bactérienne », est très destructif chez le géranium (pélargonium). Il infecte tous les cultivars de géranium à feuilles zonées, de géranium lierre, de géranium des fleuristes (Martha Washington) ainsi que les géraniums de semis. C'est une maladie systémique qui peut rapidement tuer les géraniums de semis et les géraniums à feuilles zonées. En règle générale, les autres types de géranium n'en meurent pas, mais ils se développent mal et ont l'air souffreteux.

Maladies virales (viroses)

Les virus sont des agents pathogènes qui se multiplient seulement à l'intérieur de cellules végétales vivantes. Ils tendent à envahir l'ensemble de la plante-hôte par l'intermédiaire du système vasculaire. De nombreuses cultures horticoles importantes appartiennent aux grandes familles de plantes qui sont sensibles aux virus.

Avec l'introduction de nombreuses nouvelles annuelles végétatives dans le secteur des plantes à massif, les virus sont de plus en plus préoccupants, surtout pour les producteurs qui cultivent aussi des plants de légumes à repiquer. Les virus peuvent être propagés par les insectes suceurs, tels que les pucerons et les cicadelles, par les outils, ou par la manutention des plants tels que le nettoyage, l'ébourgeonnement ou le prélèvement de boutures. De nombreux virus se propagent par l'intermédiaire des boutures infectées.

Les symptômes d'infection virale peuvent comprendre la chlorose des nervures, la moucheture ou des lésions nécrotiques, des taches annulaires, la mosaïque (alternance de plages irrégulières vert clair et vert foncé sur la feuille), la marbrure ou des anomalies de croissance chez les feuilles (vrillage, enroulement ou croissance filiforme). Les symptômes sont spécifiques du type de virus et ils n'augmentent pas toujours en gravité. Certains virus causent le rabougrissement de la plante. Chez les plants gravement infectés, il arrive que le point végétatif meure.

La gravité des symptômes visibles dépend de la durée de l'infection, de l'âge du plant au moment de l'infection et des conditions de croissance de la culture.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique ne permet d'éradiquer les maladies virales. La prévention est la seule solution. On réduit le risque d'infection virale en observant de bonnes pratiques culturales et en adoptant des méthodes rigoureuses de stérilisation.

Pour la multiplication, acheter des boutures ou des plants exempts de maladies chez un sélectionneur de végétaux. Isoler les plants dans une aire désinfectée à fond ou poser des moustiquaires sur les prises d'air et les portes afin d'empêcher les insectes d'entrer dans la serre. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisés pour les travaux de multiplication.

Les cultures qui subissent un stress sont plus vulnérables aux virus. Les symptômes seront plus apparents chez les plantes stressées.

Virus de la mosaïque du tabac (VMT)

Ce virus peut s'attaquer poser des problèmes dans un grand nombre de plantes à massif parce qu'il existe de nombreuses souches différentes et que toutes les espèces n'ont pas les mêmes symptômes. Le pétunia, et le calibrachoa sont les cultures les plus souvent touchées, mais d'autres plantes vulnérables sont l'impatiente, le torénia, le lobélia, l'osteospermum et *Nicotiana*, et les plants repiqués de tomates et de poivron.

Les symptômes varient selon la souche, l'hôte et les conditions environnementales. Ils comprennent habituellement un enroulement et un vrillage des feuilles, un jaunissement des nervures, un ralentissement de la croissance et une dégradation des couleurs des fleurs.

Le VMT est très stable et survit pendant des années sur les banquettes, les outils et les tissus végétaux séchés. Il est facilement propagé mécaniquement par les travailleurs lors de la transplantation, du pincement et de l'espacement des plants.

Moyens de lutte

Comme il n'existe aucun produit chimique permettant de lutter contre le VMT, toutes les coupures ou les jeunes plants qui entrent dans la serre doivent être inspectés. Isoler les plants suspects et envoyer des échantillons au laboratoire de diagnostic de votre région et vue d'un test. Éliminer et envoyer au dépotoir toutes les variétés infectées par le VMT, y compris le substrat et les contenants. Désinfecter soigneusement les banquettes et le matériel après avoir enlevé les matières végétales infectées. Jeter tous les gants après avoir manipulé des plants infestés. Le lait est l'un des produits les plus efficaces pour dégrader les particules virales; s'en servir pour désinfecter les outils et en passant d'un plant ou d'un cultivar à l'autre.

Virus de la mosaïque du concombre (VMC)

Le VMC est l'un des virus végétaux les plus répandus; les plantes sensibles sont la plupart des plantes à massif et les herbacées vivaces. Les symptômes sont habituellement une mosaïque peu prononcée sur les feuilles et une dégradation des couleurs des fleurs. Les vecteurs habituels sont le puceron vert du pêcher et le puceron du melon.

Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente

Le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus de la tache nécrotique de l'impatiente (INSV) sont deux tospovirus, fort différents des autres virus. Les particules virales sont quasiment sphériques et sont uniques en ce sens qu'elles sont enveloppées d'une membrane composée à la fois de lipides et de protéines. Ils sont propagés uniquement par quelques espèces de thrips et possèdent une gamme étendue d'hôtes. L'INSV est le virus le plus courant en floriculture; le TSWV ne s'attaque habituellement qu'aux chrysanthèmes.

Dans les cultures serricoles de l'Ontario, le TSWV et l'INSV ne sont transmis que par les thrips des petits fruits. Contrairement à d'autres insectes vecteurs, les thrips doivent, pour contracter le virus, se nourrir du tissu infecté des plantes pendant qu'ils sont au stade larvaire. Les adultes transmettent par la suite le virus en s'alimentant et pendant toute leur vie.

Les symptômes varient selon l'hôte et l'âge de l'hôte. Chez de nombreux hôtes, il se forme de grosses taches annulaires concentriques et circulaires, brunes ou noires sur le feuillage. Chez de nombreux hôtes, le virus devient systémique et fait apparaître des stries noires sur les nervures principales, les pétioles et, chez certains, sur la tige.

Chez le cyclamen, il peut s'écouler de 8 à 10 semaines entre l'infection initiale et l'apparition des premiers symptômes. En général, les symptômes se manifestent plus rapidement sur les plantes qui sont en croissance active. Cependant, lorsque de jeunes gloxinias sont infectés, le virus se développe rapidement de façon systémique. Les symptômes ressemblent à ceux de la pourriture du collet causée par *Phytophthora*. Sur d'autres plantes, comme le pétunia, les symptômes sont de petites taches ocre à peine visibles. Comme l'infection ne devient pas systémique chez le pétunia, cette plante peut servir d'indicateur de l'apparition de la maladie dès ses débuts.

Parfois, les symptômes peuvent laisser croire à une phytotoxicité causée par les pesticides.

Moyens de lutte

Attaquer le problème simultanément sur plusieurs fronts simultanément. Il est impossible de combattre le virus par temps chaud si l'on ne maîtrise pas les populations de thrips virulifères.

- Éliminer les plants, pieds-mères et plants commerciaux qui sont infectés pour empêcher que les larves du premier stade larvaire ne contractent le virus.
- Maîtriser les populations de thrips afin que le virus ne se propage pas. Voir au chapitre 5, *Principaux insectes et acariens nuisibles,* p. 71, l'information sur le cycle biologique du thrips des petits fruits.
- Acheter seulement des boutures propres chez des multiplicateurs de bonne réputation.
- Isoler les plants multiplicateurs dans une aire exempte de thrips.
- Poser des moustiquaires sur les prises d'air.
- Faire un bon désherbage à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la serre, parce que beaucoup de mauvaises herbes sont des réservoirs de virus et de thrips des petits fruits.

8. Activité, toxicité et application des pesticides

Efficacité des traitements phytosanitaires

Bien que souvent pointée du doigt quand un traitement échoue, la résistance n'est pas la principale cause de l'échec des traitements. Voici d'autres facteurs auxquels il faut prêter attention :

- S'assurer que les doses de pesticides sont calculées correctement et que le produit est mesuré avec soin.
- Veiller à un recouvrement uniforme de la culture; l'efficacité du traitement en dépend. Il suffit parfois de petits changements à apporter pour améliorer de beaucoup la qualité du traitement. Il peut s'agir de ralentir la cadence pendant la pulvérisation ou de faire celle-ci en empruntant chaque allée plutôt qu'une allée sur deux.
- Maintenir le matériel de pulvérisation en bon état, en remplaçant les buses périodiquement. Une fois usées, les buses ne produisent plus le même jet ni la même grosseur de gouttelettes.
- Envisager de diversifier les méthodes d'application. Les méthodes de pulvérisation à haut volume, à bas volume et électrostatique ont toutes une place dans la serre, selon l'objectif poursuivi.
- Le moyen le plus sûr d'accroître l'efficacité des pulvérisations est sans doute de faire les traitements au moment le plus propice et de bien cibler les traitements. Pour ce faire, mettre en œuvre un programme de lutte intégrée qui fournisse toutes les données permettant de décider s'il est utile de traiter, et si oui, quand, où et pourquoi. On peut alors traiter uniquement les zones qui en ont le plus besoin (p. ex., par pulvérisations localisées), au moment où le pesticide aura un maximum d'efficacité parce qu'il atteint directement le ravageur à son stade le plus vulnérable.
- Savoir que l'efficacité d'un pesticide peut varier (parfois considérablement) d'une serre à l'autre en raison de facteurs tels que la fréquence d'utilisation du même produit, la méthode d'application utilisée, le moment de l'intervention et la qualité de l'eau.

Eau destinée aux traitements phytosanitaires

Il est très important d'abaisser le pH d'une eau alcaline avant de l'utiliser pour préparer des bouillies pesticides dans la cuve du pulvérisateur. Corriger le pH de l'eau pour qu'il se situe dans la fourchette de 5,5-6,0; à un pH supérieur à 7, le pesticide peut se dégrader rapidement. La vitesse de dégradation varie selon le pesticide, sa concentration dans la cuve (facteur de dilution) et la température de l'eau. Pour éviter les risques de dégradation du produit attribuables à un pH trop élevé, neutraliser l'alcalinité de l'eau avant d'y ajouter des pesticides.

Des producteurs ajoutent parfois des engrais hydrosolubles dans la bouillie pesticide. Il est important dans ce cas d'utiliser des engrais acides, car ceux-ci rendent superflus les traitements visant à acidifier la bouillie. Ne pas utiliser d'engrais alcalins pour ce faire parce que l'eau serait plus difficile à neutraliser et la dégradation des pesticides risquerait d'être amplifiée.

S'il n'est pas possible d'acidifier l'eau, utiliser sans tarder les bouillies préparées avec de l'eau alcaline (pH > 7).

Compatibilité des pesticides

L'information sur les doses, l'efficacité et la phytotoxicité des pesticides cités dans la présente publication valent pour l'application de ces produits seuls et non en mélange.

Avant de mélanger des pesticides, lire soigneusement l'étiquette pour tout renseignement sur la compatibilité ou consulter le fournisseur. Éviter de mélanger des concentrés émulsifiables. Ne jamais mélanger des herbicides avec des insecticides ou des fongicides; les appliquer avec des appareils servant uniquement à appliquer les herbicides.

Méthodes d'application des pesticides

Pulvérisation

La pulvérisation est l'une des méthodes d'application des pesticides les plus communément utilisées et les plus efficaces. Nettoyer et entretenir les buses, afin d'obtenir une pulvérisation fine qui, lorsqu'elle est faite jusqu'au point de ruissellement, procurera un recouvrement uniforme. L'objectif est d'obtenir un recouvrement complet et de bien mouiller tant la face inférieure que la face supérieure des feuilles.

Bassinage du sol

Les traitements par bassinage du sol sont pratiqués pour lutter à la fois contre des maladies et des insectes. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume de substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150-180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution/m^2. Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par bassinage du sol ne sauraient remplacer un programme de pasteurisation de la serre, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou pour l'élimination des agents pathogènes dans le sol ou sur les parties basales de la plante. Un programme d'inspection et de surveillance des racines est la première ligne de défense contre les maladies racinaires.

Dans le cas de certains traitements administrés par bassinage du sol, le produit est absorbé par les racines et diffusé dans tout le plant. Ces traitements ont une action systémique. Ils offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie ou l'ennemi combattu.

Dans la lutte contre les insectes, les traitements par bassinage du sol visent soit par contact dans le cas des insectes qui habitent le sol, comme les mouches des terreaux et les mouches des rivages, soit de façon systémique afin d'éliminer les insectes suceurs, comme les pucerons et les aleurodes.

Brumisation

La brumisation est effectuée avec plusieurs types d'appareils. Les brumisateurs ou atomiseurs mettent tous en œuvre de la chaleur produite par différentes sources pour vaporiser le pesticide. La brumisation peut être une méthode d'application très efficace, mais il faut que l'appareil soit bien entretenu.

Épandage de granulés

Il y a sur le marché plusieurs types d'épandeurs de granulés. S'assurer que l'appareil ne broie ni ne concasse les granulés.

Application de fumées insecticides

Les fumées sont un moyen très simple, mais efficace, d'appliquer des pesticides. DDVP est le seul pesticide homologué offert en fumigateur. Aucun matériel n'est nécessaire; les fumigateurs sont simplement placés dans l'allée et amorcés. Ne pas utiliser des fumées dans les serres très anciennes ou qui ne sont pas étanches, ni par grand vent.

Pulvérisation à ultra-bas volume

Il existe plusieurs types de pulvérisateurs à ultra-bas volume (U.B.V.). Ces pulvérisateurs atomisent la bouillie en particules infinitésimales (7-20 microns). Un système de ventilation mécanique propulse les particules dans toute la serre.

Pulvérisateurs électrostatiques

Les pulvérisateurs électrostatiques ajoutent une charge électrique aux fines particules pulvérisées. Ils améliorent l'adhésion du pesticide sur les plantes et réduisent la dérive.

Traitements des semences

Ces traitements consistent à enrober les semences de pesticides qui les protègent contre les ravageurs ou les maladies durant la germination et les premiers stades de croissance du plant. Voir les précautions à prendre avec les traitements des semences au chapitre 2, *Emploi sécuritaire des pesticides,* p. 13.

Agents mouillants

Les agents mouillants sont considérés comme étant des pesticides et, à ce titre, ils doivent obligatoirement être homologués. Dans les paragraphes qui suivent, le terme « agent mouillant » désigne les

mouillants-adhésifs, les dispersants, les tensio-actifs et surfactants, bien que, techniquement, ces substances présentent de légères différences.

L'eau ne s'étale pas toujours uniformément sur une surface. Étant donné sa forte tension de surface, lorsqu'on l'asperge à la surface des feuilles (hydrophobe), elle forme de grosses gouttelettes qui ruissellent aisément et tombent de la feuille sur le sol (en emportant avec elles les pesticides).

L'emploi d'agents mouillants réduit la tension de surface de l'eau et lui permet de mieux adhérer aux feuilles. Les pesticides s'étalent donc davantage sur la surface des feuilles. La plupart des formulations de pesticides contiennent un agent mouillant, mais pas en quantité suffisante dans certains cas (à cause notamment de la température de l'eau ou de l'air, de la dureté de l'eau, de la texture de la feuille, du stade de croissance de la plante et/ou du type de formulation). Consulter l'étiquette du pesticide pour des directives précises sur l'emploi des agents mouillants.

Une méthode simple pour déterminer si la teneur en agent mouillant est adéquate consiste à pulvériser sur environ 3 m de planche de culture. Vérifier ensuite si les faces inférieure et supérieure des feuilles à différents stades de croissance sont uniformément mouillées. Si le mouillage n'est pas uniforme, ajouter 125 mL de mouillant par 1 000 L de bouillie. Pulvériser à nouveau sur 3 m de planche et vérifier de nouveau; continuer ainsi jusqu'à ce que le recouvrement soit satisfaisant. Comme leur nom l'indique, ces agents aident la bouillie à « mouiller » le mycélium qui cause la maladie du blanc pour mieux en venir à bout. Cependant l'excès d'agent mouillant peut endommager les plants et provoquer la formation de mousse en quantité excessive, ce qui entraîne des problèmes de pompage ou de ruissellement et par conséquent une perte d'efficacité.

Toxicité et classement des pesticides

Les informations sur la toxicité, le délai de sécurité après le traitement, les familles chimiques, les groupes de pesticides et le classement en Ontario des pesticides mentionnés dans la présente publication sont énumérés aux tableaux 8–1, *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides,* p. 118, 8–2, *Classement et toxicité des fongicides,* p. 120, 8–3, *Classement et toxicité des régulateurs de croissance,* p. 122, et 8–4, *Classement et toxicité des herbicides,* p. 122. Les produits qui figurent dans ces tableaux sont homologués pour utilisation dans les cultures ornementales pratiquées en serre ou à l'extérieur. Lire l'étiquette de chaque produit qu'on envisage d'utiliser pour s'assurer que celui-ci convient à la culture qu'on veut traiter et à l'usage qu'on veut en faire.

Les tableaux qui suivent indiquent les groupes des différents insecticides, fongicides et herbicides. Ces groupes de mode d'action servent à distinguer le mode d'action des produits (c.-à-d., comment ils agissent sur l'insecte, la maladie ou la mauvaise herbe), selon les classements établis par l'*Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC), le *Fungicide Resistance Action Committee* (FRAC) et le *Herbicide Resistance Action Committee* (HRAC). La terminologie employée pour décrire les modes d'action étant complexe et technique, par souci de simplification, des numéros ont été assignés aux modes d'action des différents types de produits. Cette information est importante parce que l'apparition d'une résistance est souvent liée à un mode d'action précis. Si une résistance à un pesticide apparaît, les risques d'apparition d'une résistance croisée aux produits ayant le même mode d'action sont très élevés. Une stratégie importante pour éviter l'apparition de résistances consiste à utiliser en alternance des produits ayant des modes d'action différents. Il suffit d'un coup d'œil aux tableaux pour connaître les numéros correspondant aux groupes de mode d'action et s'assurer ainsi de ne pas employer trop fréquemment des produits d'un même groupe. Les tableaux 8–5, 8–6 et 8–7 indiquent les modes d'action et le classement des insecticides, des fongicides et des herbicides en fonction des groupes du classement établi par l'IRAC, le FRAC et le HRAC. Les groupes de mode d'action des produits sont aussi indiqués dans le tableau 10–2, *Pesticides homologués, par ennemi combattu,* p. 149. Ils permettent d'un simple coup d'œil de prendre connaissance des différents produits offerts pour combattre chaque ennemi et de s'assurer facilement d'utiliser en alternance des produits appartenant à des groupes différents.

Tableau 8–1. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel), sauf mention différente[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Groupe de mode d'action de l'IRAC[3]	Classement de l'Ontario
abamectine	Avid 1.9% EC	300	une fois sec	avermectines	6	4
acéphate	Orthene 75 SP	1 494	12 24 (fleurs coupées)	organophosphorés	1B	3
acéquinocyl	Shuttle 15 SC	> 5 000	12	acéquinocyls	20B	3
acétamipride	Tristar 70 WSP	1 064	12	néonicotinoïdes	4A	3
Bacillus thuringiensis	Dipel 2X DF Dipel WP Thuricide BioProtec 3P BioProtec CAF Vectobac 600L	> 5 050 > 4 000 non précisé non toxique non toxique > 5 000	12 12 12 12 12 12	agents de lutte biologique	11	4 4 4 4 3 3
Beauveria bassiana souche GHA *Beauveria bassiana* souche ANT-03	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES BioCeres G WP	> 5 000 > 5 000	4 4 une fois sec	agents de lutte biologique agents de lutte biologique	Les produits microbiens ne sont pas classés par l'IRAC.	3
bifénazate	Floramite SC	> 5 000	12	carbazates	inconnu	4
carbaryl	Sevin T&O Sevin SL Chipco Sevin RP2	642 590 1 820	12 12 12	carbamates	1A	3
chlorfenapyr	Pylon	560-567	12	pyrroles	13	2
chlorpyrifos	Dursban Gazon Dursban WSP Pyrate 480	135 382 409	48	organophosphorés	1B	3
clofentézine	Apollo SC	> 5 000	12	tétrazines	10A	3
cyromazine	Citation 75 WP	4 460	12	triazines	17	3
deltaméthrine	DeltaGard SC	> 15 000	12	pyréthrinoïdes de synthèse	3A	3
dichlorvos	DDVP fumigène 20 % EC	56 56	24	organophosphorés	1B	3
diflubenzuron	Dimilin 25 WP	> 10 000	12	benzoyl urée de substitution	15	3
diméthoate	Cygon 480 Lagon 480	425	12 12	organophosphorés	1B	3
[4]endosulfan	Thiodan 4EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50W	107 24 45 41	48 48 48 48	organochlorés	2A	4
flonicamide	Beleaf 50SG	> 2 000	12	pyridine-carboxamide	9C	4
huile minérale	Landscape Oil	> 15 000	12	huiles horticoles		3
imidaclopride	Intercept 60 WP	1 858	12	néonicotinoïdes	4A	4
kinoprène-S	Enstar EW	3 129	12	régulateurs de croissance des insectes	7A	4
malathion	Malathion 25 W Malathion 500 E	1 375 1 375	12 12	organophosphorés	1B	4

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel), sauf mention différente[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Groupe de mode d'action de l'IRAC[3]	Classement de l'Ontario
Metarhizium anisopliae (souche F52)	Met52	Valeur non précisée; présenté comme ayant une toxicité très faible.		agents de lutte biologique	Les produits microbiens ne sont pas classés par l'IRAC.	4
naled	Dibrom	92	48	organophosphorés	1B	3
oxyde de fenbutatine	Vendex 50W	> 5 000	12	organotines	12B	4
Paecilomyces fumosoroseus	NoFly	> 5 000	4	agents de lutte biologique	Les produits microbiens ne sont pas classés par l'IRAC.	3
perméthrine	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	1 030 2 280	12 12	pyréthrinoïdes de synthèse	3A	4
phosmet	Imidan 50 WP	275	72	organophosphorés	1B	3
pymétrozine	Endeavor 50 WG	> 5 000	12	pymétrozines	9B	4
pyridabène	Dyno-Mite 75 W	1 930	12	insecticides et acaricides inhibant le transport des électrons dans la mitochondrie	21A	4
pyriproxifène	Distance	3 773	12	analogues d'hormones juvéniles	7C	3
sels de potassium d'acides gras	Savon insecticide Safer Savon insecticide Opal	> 5 000 > 5 000	12 12	savons insecticides	Les sels de potassium d'acides gras ne sont pas classés par l'IRAC.	4
spinosad	Success 480 SC	> 5 000	une fois sec	spinosynes	5	3
spiromésifène	Forbid 240 SC	> 2 000	12	acides tétroniques	23	3
spirotétramate	Kontos	> 2 000	12	acides tétramiques	23	4
tébufénozide	Confirm 240 F	> 5 000	12	régulateurs de croissance des insectes	18	3

[1] Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits contenant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes. Quand la DL_{50} a été obtenue en utilisant l'ingrédient actif technique plutôt que le produit formulé, le tableau l'indique.

[2] Le délai de sécurité après traitement est celui qui est décrit au chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario*. Si aucun délai de sécurité n'est indiqué, on doit supposer que celui-ci est de 12 heures. « Une fois sec » signifie qu'on peut entrer en toute sécurité dans la zone traitée une fois que le produit a séché.

[3] *Insecticide Resistance Action Committee*.

[4] L'homologation de l'endosulfan est en cours d'élimination progressive. Les titulaires d'homologations doivent cesser de produire et de vendre des produits contenant de l'endosulfan avant le 31 décembre 2014. Il est interdit à toute autre personne de vendre des produits contenant de l'endosulfan après le 31 décembre 2015 et il est interdit aux producteurs d'en utiliser après le 31 décembre 2016.

Tableau 8–2. Classement et toxicité des fongicides

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel)[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Groupe de mode d'action du FRAC[3]	Classement de l'Ontario
acide citrique et acide lactique, comme produits de fermentation de la souche LPT-111 de la bactérie *Lactobacillus casei*	Cyclone, Tivano	non précisée; on dit que le produit n'a aucun effet aigu connu si avalé.	12	agents de lutte biologique	non classé	4
azoxystrobine	Heritage	> 5 000	12	strobilurines	11	3
Bacillus subtilis, souche MBI 600	BioTak	Aucune connue	12	agents de lutte biologique	44	3
Bacillus subtilis, souche QST 713	Rhapsody ASO Cease – agent biologique fongicide	> 5 000 > 5 000	12 12	agents de lutte biologique agents de lutte biologique	44 44	4 3
Bacillus subtilis var. *amyloliquefaciens*, souche FZB24	Taegro	Très faible	0	agents de lutte biologique	44	3
bicarbonate de potassium	MilStop	2 700	4	produits inorganiques	non classé	4
boscalide + pyraclostrobine	Pristine WG	1 490	12	carboxamides de pyrimidine + strobilurines	7 + 11	2
captane	SupraCaptan 80 WDG Maestro 80 DF Captan 50 WP	> 5 000 (technique) > 5 000	96 96 96	phthalimides	M4	3
chlorhydrate de propamocarbe	Previcur N	> 2 000	24	carbamates	28	3
chlorothalonil	Daconil 2787 Daconil Ultrex	4 200 > 5 000	48	chloronitriles	M5	4
Coniothyrium minitans	Contans	> 2 500	12	agents de lutte biologique	non classé	4
cuivre	Phyton-27	non précisée	une fois sec	produits inorganiques	M1	4
cyazofamide	Torrent 400SC	> 5 000	12	cyanoimidazoles	21	4
cyprodinil + fludioxonil	Switch 62.5 WG	> 5 000	12	anilinopyrimidines + phénylpyrroles	9 + 12	3
dazomet	Basamid Granular	519	Voir étiquette	diazines	27	3
diclorane	Botran 75W	> 4 640	12	hydrocarbures aromatiques	14	4
diméthomorphe	Acrobat 50 WP	2 939	12	amides de l'acide cinnamique	40	3
[4]dodémorphacétate	Meltatox 40 EC	> 2 000	12	morpholines	5	4
étridiazole	Truban 30 WP Truban 25 EC	1 077 2 404	12	thiadiazoles	14	4
fenhexamide	Decree 50 WDG	> 2 000	4	hydroxyanilides	17	3
fluopicolide	Presidio	> 2 000	12	benzamides	43	2
folpet	Folpan 50 WP Folpan 80 WDG	> 2 000 > 5 000	12 24	phthalimides	M4	4
fosétyl-Al	Aliette T&O	2 860	12	phosphonate d'éthyle	33	3
Gliocladium catenulatum	PreStop	> 2 000	4	agents de lutte biologique	non classé	3

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel)[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Groupe de mode d'action du FRAC[3]	Classement de l'Ontario
iprodione	Rovral 50 WP Rovral WDG	> 5 000	12	dicarboximides	2	3
mancozèbe	Dithane M-45	> 5 000	12	dithiocarbamates	M3	4
mandipropamide	Micora, Revus	> 5 000	12	amide d'acide mandélique	40	3
métalaxyl	Subdue Maxx	2 965	24	acylalanines	4	3
myclobutanil	Nova 40 W	3 129 (technique)	24	triazoles	3	3
peroxyde d'hydrogène	ZeroTol	330 (solution 7 %)	une fois sec	non classé	non classé	3
phosphites monobasiques et dibasiques de sodium, de potassium et d'ammonium	Phostrol	> 5 000	12	phosphonates	33	4
quintozène	Quintozene 75 WP	> 3 670	12	hydrocarbures aromatiques	14	4
Regalia Maxx	extrait de Reynoutria sachalinensis	> 5 000	une fois sec	composés botaniques	P	3
sels mono et dipotassiques d'acide phorphoreux	Confine	> 5 000	12	phosphonates	33	4
soufre	Soufre à vaporiser GroTek Ascend	> 3 000	24	produits inorganiques	M2	3
Streptomyces griseoviridis	Mycostop	> 15 000	4	agents de lutte biologique	non classé	4
Streptomyces lydicus	Actinovate SP	non toxique	1	agents de lutte biologique	non classé	4
thiophanate-méthyl	Senator 70 WP	> 6 000	12	thiophanates	1	4
Trichoderma harzianum	Poudre mouillable biofongicide RootShield HC Granulés biofongicides Rootshield	non toxique non toxique	4	agents de lutte biologique	non classé	4
trifloxystrobine	Compass 50 WG	> 5 050	12 (48 pour les fleurs coupées)	strobilurines	11	3
triforine	Funginex 190 EC	3 487	48	pipérazines	3	3

[1] Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits contenant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes. Quand la DL_{50} a été obtenue en utilisant l'ingrédient actif technique plutôt que le produit formulé, le tableau l'indique.

[2] Le délai de sécurité après traitement est celui qui est décrit au chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario*. Si aucun délai de sécurité n'est indiqué, on doit supposer que celui-ci est de 12 heures. « Une fois sec » signifie qu'on peut entrer en toute sécurité dans la zone traitée une fois que le produit a séché.

[3] *Insecticide Resistance Action Committee*.

[4] L'homologation de Meltatox est en cours d'élimination progressive. Il est interdit aux détaillants de vendre ce produit après le 31 décembre 2015 et il est interdit aux producteurs de l'utiliser après le 31 décembre 2016.

Tableau 8–3. Classement et toxicité des régulateurs de croissance

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel)[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Classement de l'Ontario
ancymidol	A-Rest	> 5 000	12	pyrimidines	4
benzyladénine + gibbérellines A_4A_7	Fascination Fresco	> 5 050 3 400	12	cytokinines	4
6-benzylaminopurine	Configure	> 2 000	12	cytokinines	4
chlorméquat	Cycocel Extra	2 836	12	composés d'ammonium quaternaire	3
daminozide	B-Nine WSG Dazide 85 WSG	> 5 000 > 5 000	24	acides organiques	3
éthéphon	Florel	> 5 000	12	régulateurs de l'éthylène	4
1-méthylcyclopropène	EthylBloc Technology	> 5 000	Ventiler la serre pendant 30 minutes après la fin du traitement	inhibiteurs de l'éthylène	2
paclobutrazole	Bonzi Piccolo	> 5 346 > 2 000	12	triazoles	3
uniconazole	Sumagic	> 5 000	12	triazoles	3

[1] Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits contenant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes.
[2] Le délai de sécurité après traitement est celui qui est décrit au chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario*. Si aucun délai de sécurité n'est indiqué, on doit supposer que celui-ci est de 12 heures. « Une fois sec » signifie qu'on peut entrer en toute sécurité dans la zone traitée une fois que le produit a séché.

Tableau 8–4. Classement et toxicité des herbicides

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de produit/ kg de poids corporel)[1]	Délai de sécurité après traitement (en heures)[2]	Groupe chimique	Groupe de mode d'action de l'HRAC ou la WSSA[3]	Classement de l'Ontario
chlorthal-diméthyl	Dacthal W75	> 10 000	12	phthalates	3	4
dazomet	Basamid Granular	519	voir l'étiquette	dithiocarbamates	Z (site d'action inconnu)	3
fluazifop	Venture L	2 451	12	aryloxyphénoxy-propionates	1	2
glyphosate	Roundup	5 400	12	acides aminés	9	4
isoxabène	Gallery 75 DF	> 5 000	12	benzamides	21	3
métam	Vapam	812	voir l'étiquette	thiocarbamates	Z (site d'action inconnu)	4
métolachlore	Dual Magnum	3 425	12	acétanilides	15	4
napropamide	Devrinol 50 DF Devrinol 2G Devrinol 10G	> 5 000 > 5 000 > 5 000	12 12 12	amides	15	4
pendimethaline	Prowl H_2O	> 5 000	24	dinitroanilines	3	3
propyzamide	Kerb 50 WSP	> 5 000	24	amides	3	3
simazine	Princep Nine-T Simadex Simazine 480	> 5 000 15 380 > 5 000	12 12 12	s-triazines	5	3
trifluraline	Bonanza 480 Treflan EC Rival 500 EC	3 738 3 738 5 600	12 12 12	dinitroanilines	3	4

[1] Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits contenant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes.
[2] Le délai de sécurité après traitement est celui qui est décrit au chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario*. Si aucun délai de sécurité n'est indiqué, on doit supposer que celui-ci est de 12 heures. « Une fois sec » signifie qu'on peut entrer en toute sécurité dans la zone traitée une fois que le produit a séché.
[3] *Herbicide Resistance Action Committee/Weed Science Society of America*.

Tableau 8–5. Groupes d'insecticides constitués en fonction du site ou du mode d'action

La liste qui suit est une adaptation d'un tableau établi par le Mode of Action Working Group du Insecticide Resistance Action Committee. Les produits réunis dans un même groupe ont le même mode d'action. Pour des précisions sur ce système de classement, voir *www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA_Classification.pdf*.

Groupe	Principal mode/site d'action	Nom du groupe	Nom du ou des produits
1A	Inhibition de l'acétylcholinestérase	Carbamates	Sevin
1B	Inhibition de l'acétylcholinestérase Action sur le système nerveux	Organophosphorés	DDVP, Diazinon, Dibrom, Malathion, Orthene, Dursban/Pyrate, Cygon/Lagon, Imidan
2A	Agonisme de l'inhibition par le GABA du canal ionique chlorure Action sur le système nerveux	Cyclodiènes chlorés	Thiodan/Thionex
3A	Modulation au niveau du canal ionique sodium Action sur le système nerveux	Pyréthrinoïdes	Ambush/Pounce, Decis/DeltaGard
		Pyréthrines	
4A	Agonisme des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine Action sur le système nerveux	Néonicotinoïdes	Intercept, Tristar
5	Activation allostérique des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine	Spinosynes	Success
6	Activation du canal ionique chlorure Action sur le système nerveux et les muscles	Avermectines	Avid
7A	Analogues d'hormones juvéniles	Analogues d'hormones juvéniles	Enstar EW
7C	Analogues d'hormones juvéniles Régulation de la croissance des insectes	Pyriproxyfènes	Distance
9B	Modulateur des organes chordotonaux	Pymétrozines	Endeavor
9C	Modulateur des organes chordotonaux	Flonicamides	Beleaf 50SG
10A	Inhibition de la croissance des acariens	Clofentézine	Apollo
11	Perturbation microbienne des membranes de l'intestin moyen d'insectes	*Bacillus thuringiensis*	Bioprotec/Dipel/Thuricide/VectoBac
12B	Inhibition de la synthase de l'ATP mitochondrial Métabolisme de l'énergie	Acaricides à base d'organo-étains	Vendex
13	Découplage de la phosphorylation oxydative par interruption du gradient de protons	Pyrroles	Pylon
15	Inhibition de la biosynthèse de la chitine de type 0 Régulation de la croissance des insectes	Benzoylurées	Dimilin
17	Perturbation de la mue Régulation de la croissance des insectes	Cyromazines	Citation
18	Agonisme de l'écodysone	Diacylhydrazines	Confirm
20B	Inhibition du transport d'électrons au niveau du complexe III de la mitochondrie	Acéquinocyls	Shuttle
21A	Inhibition du transport d'électrons au niveau du complexe 1 de la mitochondrie (METI) Métabolisme de l'énergie	Insecticides et acaricides de type METI	DynoMite
23	Inhibition de l'acétyl CoA carboxylase Inhibition de la synthèse des lipides, régulation de la croissance	Dérivés des acides tétronique et tétramique	Forbid Kontos
Un	Composés à mode d'action inconnu ou incertain[1]	Bifénazates	Floramite

[1] Un composé dont le mode d'action est inconnu ou ne fait pas consensus ou dont la toxicité est inexpliquée se voit classé dans le groupe « Un » jusqu'à ce que de nouvelles données permettent de le classer dans un autre groupe de mode d'action.

Tableau 8–6. Groupes de fongicides constitués en fonction du site ou du mode d'action

La liste qui suit est une adaptation d'un tableau qui a été établi par le Fungicide Resistance Action Committee dans le but de distinguer les fongicides qui peuvent donner lieu à une résistance croisée. M = inhibiteur multisite; U = mode d'action inconnu et risque de résistance inconnu; NC = non classé Pour plus de précisions sur ce système de classement, voir *www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC_Code_List_2010.pdf*.

Groupe	Principal mode/site d'action	Nom du groupe	Nom du ou des produits	Risque d'apparition d'une résistance
1	Inhibition de la formation de β-tubuline au cours de la mitose	Benzimidazoles carbamates de méthyle	Senator	Élevé
2	Effet sur les divisions cellulaires, la synthèse de l'ADN et de l'ARN et le métabolisme	Dicarboximides	Rovral	De moyen à élevé
3	C14-déméthylation en biosynthèse de stérols	Fongicides inhibiteurs de la déméthylation	Nova, Funginex	Moyen
4	Effet sur la synthèse de l'ARN	Fongicides à base de phénylamides (PA)	Subdue Maxx	Élevé
5	Inhibition de la Δ^{14} réductase et de la Δ^{8} –> Δ^{7} isomérase dans la biosynthèse des stérols	Morpholines	Meltatox	De faible à moyen
7	Complexe II : succinate-déshydrogénase	Carboxamides de pyrimidine	Pristine (composant boscalide)	De moyen à élevé
9	Biosynthèse de la méthionine (proposition)	Anilinopyrimidines	Switch (composant cyprodinil)	Moyen
11	Respiration des champignons – complexe III : cytochrome bc1	Fongicides à base d'inhibiteurs respiratoires QoI	Heritage, Compass, Pristine (composant pyraclostrobine)	Élevé
12	Transduction du signal osmotique (MAP/ histidine kinase)	Phénylpyrroles	Switch (composant fludioxinil)	De faible à moyen
14	Peroxydation des lipides (proposition)	Hydrocarbures aromatiques	Botran, Quintozene	De faible à moyen
		Hétéroaromatiques	Truban	De faible à moyen
17	3-kéto réductase, C4-déméthylation	Hydroxyanilides	Decree	De faible à moyen
21	Complexe III : cytochrome bc1 (ubiquinone-réductase) au site Qi	Cyano-imidazole	Torrent	De moyen à élevé
28	Perméabilité de la membrane cellulaire, acides gras (proposition)	Carbamates	Previcur	De faible à moyen
33	Inconnu	Phosphonates	Aliette, Confine, Phostrol	Faible
40	Biosynthèse des phospholipides et synthèse des parois cellulaires (proposition)	Amides de l'acide carboxylique	Acrobat (amide de l'acide cinnamique) Micora (amine de l'acide mandélique)	De faible à moyen De faible à moyen
43	Délocalisation des protéines de type spectrine	Benzamides	Presidio	Résistance inconnue
44	Perturbation microbienne des membranes des cellules pathogènes	Produits microbiens (*Bacillus* sp.)	Rhapsody, BioTak, Taegro	Faible
M1	Action multisite par contact	Produits inorganiques	Phyton-27	Faible
M2	Action multisite par contact	Produits inorganiques	Soufre	Faible
M3	Action multisite par contact	Dithiocarbamates	Dithane M-45, Zineb	Faible
M4	Action multisite par contact	Phthalimides	Maestro, Supra Captan, Folpan	Faible
M5	Action multisite par contact	Chloronitriles	Daconil	Faible
NC	Inconnu	Divers	MilStop, RootShield, Mycostop, Actinovate, PreStop, Contans	Inconnu

Tableau 8–7. Groupes d'herbicides constitués en fonction du site ou du mode d'action

La liste qui suit est une adaptation de données produites par le *Herbicide Resistance Action Committee* (HRAC) dans le but de distinguer les groupes d'herbicides en fonction de leur site/mode d'action dans les végétaux et d'aider les producteurs à choisir leurs stratégies de gestion des résistances. Le classement a été établi conjointement par le HRAC et la *Weed Science Society of America* (WSSA). La colonne de gauche donne le classement alphabétique du HRAC et celle de droite, le classement numérique de la WSSA. C'est le numéro du groupe établi par la WSSA qui figure sur les étiquettes des produits et qui est le plus souvent utilisé pour distinguer les différents groupes d'herbicides.

Groupe du HRAC	Site/mode d'action	Groupe chimique	Nom du ou des produits	Groupe de la WSSA
A	Inhibiteurs de la carboxylase acétyl-CoA (ACCase)	Aryloxyphénoxypropionates (FOP)	Venture L	1
K1	Inhibiteurs de l'assemblage des microtubules	Dinitroanilines Phthalates Amides	Rival/Treflan/Bonanza 480 Prowl H_2O Dacthal Kerb	3
C1	Inhibiteurs de la photosynthèse au niveau du photosystème II	S-triazines	Simazine 480/Princep Nine-T/Simanex 80W	5
G	Inhibiteurs de EPSP synthase	Acides aminés	Roundup	9
K3	Inhibiteurs des acides gras à très longue chaîne (inhibition de la division cellulaire)	Acétanilides Amides	Dual Magnum/ Dual II Magnum Devrinol Frontier Max	15
L	Inhibiteurs de la synthèse des parois cellulaires (cellulose)	Benzamides	Gallery	21
Z	Site d'action inconnu. Nota : Bien que le site d'action des herbicides du groupe Z soit inconnu, il est probable que ces produits ont des sites d'action qui sont différents de l'un de l'autre et de ceux des autres groupes.		Basamid Metam	

Phytotoxicité des pesticides pour les cultures florales

Bien que les insecticides de serre aient été sélectionnés et formulés afin d'éviter d'endommager les plantes, il peut tout de même se produire des dégâts dans certaines conditions. Les règles générales qui suivent s'appliquent quel que soit le traitement pesticide :

- Il n'existe aucun insecticide qui puisse être utilisé sans danger sur toutes les plantes et sous toutes les conditions, mais les poudres mouillables sont généralement moins préjudiciables que les formulations liquides.
- Des produits (p. ex., les fumées) qui sont sans danger lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage sec peuvent être nocifs lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage mouillé.
- Les conditions atmosphériques au moment du traitement sont importantes. Ainsi, les pulvérisations faites par temps ensoleillé s'accompagnent de risques accrus de phytotoxicité comparativement aux pulvérisations faites par temps couvert.
- Les plantes qui ne souffrent d'aucun stress, en particulier hydrique, risquent moins d'être endommagées par les pesticides.
- En général, les pulvérisations à bas volume risquent moins de nuire aux plantes que les pulvérisations à haut volume.

Dangers possibles

La liste des dangers possibles ci-dessous a été compilée à partir des avertissements figurant sur les étiquettes. Cette liste ne prétend pas être complète. Avant d'utiliser un produit pour la première fois sur une culture, toujours faire un essai sur plusieurs variétés différentes et sur une petite superficie, puis inspecter les plantes au bout de 4 à 5 jours pour voir si elles ont souffert du traitement.

Acrobat peut, après des applications répétées, provoquer un ralentissement de la croissance ou des symptômes de phytotoxicité chez les violettes africaines, l'armoise de Steller, la corbeille d'argent et le muflier.

Avid ayant déjà provoqué des réactions de phytotoxicité chez certaines espèces de fougères (p. ex., *Adiantum* spp.) et chez la marguerite Shasta; il ne faut donc pas utiliser ce produit sur ces cultures.

BotaniGard 22 WP, à fortes doses, peut laisser des résidus visibles inacceptables sur le marché. **BotaniGard ES** peut causer des dommages aux feuilles chez des variétés de certaines plantes (p. ex., taches nécrotiques sur certaines variétés de tomates).

Ne pas mélanger en cuve **Botran 75W** avec des formulations d'insecticides d'huile à mélanger, en particulier des organophosphorés, sans quoi les plants risquent d'être endommagés.

Ne pas utiliser de **chlorpyrifos** (**Pyrate**) sur les azalées, camélias, poinsettias, rosiers, géraniums, oxalidacées, coléus ou lierre panaché, sous peine de provoquer des réactions de phytotoxicité; ne pas utiliser de **chlorpyrifos** (**Lorsban 4E, Pro Dursban Gazon, Dursban T**) sur les azalées, camélias, poinsettias, rosiers ou lierre panaché, sous peine de provoquer des réactions de phytotoxicité; ne pas utiliser de **chlorpyrifos** (**Dursban WSP**) sur les cultures ornementales indiquées sur l'étiquette, dont le pétunia, l'impatiente, le rosier et diverses plantes vertes.

Compass peut abîmer les pétunias, violettes et impatientes de Nouvelle-Guinée. Son utilisation sur les poinsettias après la formation des bractées peut abîmer ces dernières.

Les produits tels que **Confine Extra** qui contiennent des sels mono et dipotassiques d'acide phosphoreux peuvent accroître l'absorption de certains métaux par les plantes. Faire preuve de prudence lorsqu'on se sert de mélanges contenant des pesticides à base de métal (p. ex. fongicides à base de cuivre).

Daconil (**2787 et Ultrex**) peut provoquer une décoloration des fleurs sur certaines variétés d'azalée, de rhododendron, d'hortensia et de pétunia lorsque le traitement est effectué au cours de la floraison.

DDVP (**dichlorvos**) peut être préjudiciable à certains cultivars anciens de chrysanthème, en particulier Shasta et Pink Champagne. Il endommage aussi certains cultivars de mufliers. Le feuillage doit être sec quand le dichlorvos est appliqué comme fumigène.

Dibrom peut endommager les rosiers 'White Butterfly', 'Golden Rapture', les misères vertes et les aristoloches. Éviter de faire un traitement excessif ou de traiter directement les plantes.

Dimilin, si l'on dépasse les doses, les volumes ou le nombre d'applications qui sont stipulés sur l'étiquette, peut causer des dommages sérieux au feuillage de certaines cultures. Ne pas appliquer Dimilin sur les poinsettias, les hibiscus ni les bégonias Reiger.

Distance a déjà causé des réactions de phytotoxicité chez la sauge, le *Graptopetalum paraguayense,* la fougère de Boston, le schefflera, le gardénia et l'heuchère. Ne pas l'appliquer sur le poinsettia après la formation des bractées.

Dyno-Mite peut altérer la couleur des fleurs du pétunia (cv. *White Madness*).

L'application d'**Enstar EW** chez certaines variétés de rosiers peut donner lieu à des dommages qui apparaissent un certain temps après le traitement.

Ne pas appliquer **Forbid** sur les espèces des genres *Pelargonium* et *Peperomia,* les cultivars de rosier 'Attache', 'Vogue' ou ''Classy' ni le *Rosa floribunda* 'Noblesse'. Forbid n'est pas recommandé sur les espèces suivantes : alstroémère, *Cordyline, Dracaena,* croton, chamaedorée élégante, schefflera, cyclamen, orchidée, hoyer, fuchsia, fougère, *Hedera,* hortensia, giroflée (Matthiola) ou primevère. Ont été observées, des lésions transitoires aux fleurs des plantes suivantes : marguerite Shasta, bégonia, muflier et bruyère mexicaine. Un blanchiment transitoire a été observé sur certains cultivars de gerbera. Ne pas faire plus d'une application par cycle de culture sur le phlox, la marguerite Shasta, le muflier, la verveine, le rosier, le gerbera ou le souci.

Ne pas utiliser de **savon insecticide** sur les pois de senteur, les capucines ni les fougères délicates. S'abstenir de faire les pulvérisations quand les plants sont soumis à un stress ou en plein soleil. Ne pas appliquer sur les poinsettias une fois que les bractées ont commencé à se colorer.

Kontos n'est pas recommandé sur les espèces, variétés et cultivars suivants : géraniums (*Pelargonium* spp.), orchidées, Hoya, Dracaena, Cordyline, Schefflera, chamaedorée élégante et fougères. Ne pas faire plus

d'un traitement par saison sur les hortensias, *Impatiens* spp., les crotons (*Codieum* spp.), les hybrides de fuschia, Peperomia, les giroflées ou le cyclamen.

Ne pas utiliser **Malathion** sur les violettes africaines, les fougères de Boston, les crassules, Ilex, le genévrier, l'adiante pédalé, le pétunia, les fougères Pteris et les jeunes plants.

Ne pas utiliser **Meltatox** par temps chaud, ensoleillé et sec.

Des doses de **Phyton 27** supérieures à 125 mL/100 L peuvent endommager les fleurs tendres et ouvertes.

Utiliser **Pristine** avec circonspection sur les impatientes et les pétunias lors de la floraison parce qu'une décoloration peut se produire.

Pylon peut causer une phytotoxicité chez certaines variétés d'œillet, de Dianthus, de kalanchoe, de poinsettia, de rosiers, de sauge et de zinnia.

Rovral peut causer la brûlure des pétales chez la violette africaine.

Sevin (**carbaryl**) ne doit pas être utilisé sur le lierre de Boston, la vigne vierge ni les adiantes pédalés.

Shuttle ne doit pas être appliqué sur les rosiers miniatures ni sur les impatientes; faire un essai de sensibilité à une échelle limitée avant d'en élargir l'usage.

Subdue Maxx peut provoquer des réactions de phytotoxicité chez le gloxinia quand il est appliqué par bassinage du sol au repiquage.

Le **soufre** n'est pas recommandé en vaporisation sur les cucurbitacées, les épinards ni les fougères de Boston en raison des risques de phytotoxicité.

Endosulfan (**Thionex**) ne doit pas être utilisé sur les géraniums, sur les chrysanthèmes Bonnafon cultivés en serre, ni sur les boutures de chrysanthèmes dans le mois qui suit leur plantation.

Vendex : Appliquer ce produit uniquement avant le stade du bouton vert des chrysanthèmes et le stade de prébractée des poinsettias. Ne pas appliquer quand les plants sont soumis à un stress ou quand il fait plus de 32 °C dans la serre.

Agribrom

Agribrom est homologué comme traitement de l'eau pour lutter contre les algues. Pour être efficace, il doit être présent constamment dans l'eau d'irrigation en faible quantité. Si l'on fait recycler l'eau d'irrigation et qu'on lui ajoute Agribrom à chaque fois, surveiller les concentrations de chlorure et cesser l'emploi si elles sont trop élevées. Comme le traitement de l'eau dans les cuves peut également élever les concentrations de chlorures, il est recommandé d'injecter Agribrom juste au moment d'arroser les cultures. Respecter scrupuleusement les directives données sur l'étiquette.

Bois traité sous pression

- Le **bois traité** Wolmanized® peut être utilisé sans risque dans les serres.
- Le **napthanate de cuivre** a déjà causé des dégâts aux cultures de poinsettias.
- Ne pas utiliser de **bois traité avec d'autres agents de préservation**. S'informer auprès d'un spécialiste de la floriculture en serre.

Prévention de l'empoisonnement des abeilles

La protection des abeilles a peut-être peu de pertinence pour la plupart des serriculteurs, mais elle revêt une grande importance pour les horticulteurs qui cultivent leurs plantes à fleurs à l'extérieur. Les abeilles domestiques, comme d'autres insectes, sont de grands pollinisateurs des cultures. De nombreuses cultures procurent en outre aux abeilles des sources de nectar indispensables à la production de miel. Pour plus d'information sur la prévention de l'empoisonnement des abeilles, voir la rubrique *Protection des abeilles*, à la p. 6 du chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario*. La plupart des insecticides à base d'organophosphorés et de carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. Le tableau 8–8, *Toxicité relative des pesticides pour les abeilles,* p. 128, donne des exemples d'insecticides toxiques pour les abeilles parmi ceux qui sont utilisés dans les cultures ornementales pratiquées en serre et à l'extérieur.

Tableau 8–8. Toxicité relative des pesticides pour les abeilles

Source : ARLA, Division de l'évaluation environnementale. Pour plus de détails sur la toxicité pour les abeilles de pesticides en particulier, consulter l'étiquette des produits.

Nom commercial	Matière active
Groupe 1 – Hautement toxiques. S'attendre à de lourdes pertes si les abeilles sont présentes au moment d'un traitement avec les produits suivants ou dans les jours suivants.	
Avid 1.9%EC	abamectine
Cygon 480, Lagon 480	diméthoate
DeltaGard	deltaméthrine
Diazinon	diazinon
Dursban WDG, Dursban T, Pyrate 480	chlorpyrifos
Dyno-Mite 75 W	pyridabène
Imidan 50 WP	phosmet
Intercept 60 WP	imidaclopride
Kontos	spirotétramate
Malathion	malathion
Orthene 75 SP	acéphate
Pounce 384 EC, Ambush 50 EC	perméthrine
Pylon	chlorfenapyr
Sevin	carbaryl
Success 480 SC	spinosad
Groupe 2 – Modérément toxiques. On peut utiliser ces produits au voisinage des abeilles, à condition de respecter les consignes quant aux doses, au moment du traitement et à la méthode d'application, mais on ne doit jamais les utiliser directement sur les abeilles, que ce soit dans le champ ou près des colonies.	
BotaniGard 22WP, BotaniGard ES	*Beauvaria bassiana,* souche GHA
Bio-Ceres G WP, Bio-Ceres G WB	*Beauvaria bassiana* souche ANT-03
Floramite SC	bifénazate
Supra Captan 80 WDG, Maestro 80 DF	captane
Thionex EC, Thionex 50 W	endosulfan
Tristar 70 WSP	acétamipride

Nom commercial	Matière active
Groupe 3 – Relativement non toxiques pour les abeilles.	
Actinovate SP	*Streptomyces lydicus*
Aliette T&O	fosétyl-al
Apollo SC	clofentézine
Beleaf 50SG	flonicamide
BioProtec CAF, Dipel 2X DF	*Bacillus thuringiensis*
Botran 75 W	diclorane
Bravo 500, Daconil 2787, Daconil Ultrex	chlorothalonil
Confine	sels mono et dipotassiques d'acide phosphoreux
Confirm 240F	tébufénozide
Decree 50 WDG, Elevate	fenhexamide
Folpan 50 WP, Folpan 80 WDG	folpet
Forbid 240 SC	spiromésifène
Funginex DC	triforine
Micora	mandipropamide
MilStop	bicarbonate de potassium
Nova 40 W	myclobutanil
Phostrol	phosphites monobasiques et dibasiques de sodium, de potassium et d'ammonium
Pristine WG	boscalide + pyraclostrobine
Rhapsody ASO, Serenade, Cease, BioTak, Taegro	*Bacillus subtilis*
Rovral 50 WP	iprodione
Savons insecticides	sels de potassium d'acides gras
Senator 70 WP	thiophanate-méthyl
Shuttle 15 SC	acéquinocyl
Subdue Maxx	métalaxyl
Torrent	cyazofamide

Voir sur l'étiquette de chaque pesticide employé les précautions à prendre relativement aux abeilles.

9. Emploi de régulateurs de croissance

Il est possible d'influencer la croissance des plantes, particulièrement leur croissance végétative en recourant à un certain nombre de stratégies culturales et de gestion environnementale et en recourant aussi aux régulateurs de croissance des plantes (RCP). Les RCP sont des produits chimiques qui modifient l'activité hormonale naturelle régulant la croissance et le développement des végétaux. Les facteurs culturaux et environnementaux qui influencent la croissance et le développement des végétaux peuvent aussi influencer la réaction d'une culture à un RCP. La plupart des RCP utilisés dans les serres agissent comme « ralentisseurs de croissance ». Ces produits réduisent la hauteur des plants en inhibant la production de gibbérellines, qui sont les hormones responsables de l'élongation des cellules. Leur effet se manifeste surtout au niveau de l'élongation des tiges, des pétioles et des pédoncules. Ils peuvent aussi restreindre l'expansion des feuilles, qui sont alors plus petites, plus épaisses et d'un vert plus foncé, ce qui amène une réduction des besoins en eau due à une diminution des taux de transpiration.

Pour obtenir la réaction recherchée chez les végétaux quand on utilise des RCP, il faut maîtriser l'art de la science de la culture. Les RCP ne sauraient remplacer de bonnes pratiques de gestion des cultures ni un réglage précis des paramètres d'ambiance.

Facteurs culturaux influençant la croissance des végétaux

Stress hydrique

On peut ralentir la croissance d'une culture, y compris l'expansion des feuilles, en soumettant la culture à un léger stress hydrique, ce qui consiste à limiter la quantité d'eau disponible dans le substrat et à maintenir une humidité relative très faible dans le milieu ambiant.

Nutrition

Les apports d'azote ammoniacal stimulent l'élongation des cellules et, de ce fait, l'allongement des tiges. Chez bien des espèces végétales, l'utilisation d'engrais à teneur faible (ou nulle) en phosphore réduit la hauteur des plants sans nuire à leur floraison. Par conséquent, une fois que les plants sont établis, il est recommandé d'utiliser des engrais comme le 15-0-15, 14-0-14 et 13-2-13 pour limiter la croissance végétative, notamment l'élongation des tiges, la grosseur des feuilles et la longueur des pétioles.

Température moyenne sur vingt-quatre heures

L'élévation ou l'abaissement de la température moyenne sur 24 heures se répercute sur la hauteur des plants. Ainsi, les rosiers et les cultures de saison froide comme celles des anémones, des renoncules, des primevères et des cinéraires, resteront de petite taille s'ils sont soumis à des températures plus élevées, tandis que des cultures comme celles des chrysanthèmes et des lis sont généralement de plus haute taille quand elles sont cultivées sous des températures élevées. Selon qu'on augmente ou qu'on abaisse la température moyenne sur 24 heures, on peut accélérer ou ralentir la croissance des plantes.

DIF ou température diurne-nocturne

La DIF est la différence entre la température diurne et la température nocturne. Le fait de maintenir la température diurne plus fraîche que la température nocturne (DIF négative), ou de provoquer une brusque baisse de température à 12-13 °C pendant 2-3 heures à partir de l'aube, réduit l'élongation des tiges. Ce changement brusque aux premières lueurs du jour influence la synthèse des gibbérellines. L'utilisation excessive d'une DIF négative peut amener l'enroulement et le jaunissement des feuilles.

Intensité lumineuse

En général, les plantes se développent moins en hauteur dans une serre où l'intensité lumineuse est élevée. Enlever les substances à ombrer avant la fin de l'été et remplacer les pellicules de polyéthylène tous les trois ans afin de permettre à un maximum de lumière d'atteindre les cultures dans la serre.

Qualité de la lumière

À la tombée de la nuit, la qualité de la lumière produit le même effet que la DIF sur l'élongation des tiges. Le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain (lumière photomorphogénique) influence l'élongation et la ramification. En supprimant la période de lumière crépusculaire, à la tombée de la nuit, à l'aide d'écrans d'obscurcissement, on augmente le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain, comparativement à la lumière ambiante, et on obtient des plants plus compacts.

Espacement des plants

Une augmentation de l'espacement des plants permet au feuillage de mieux profiter de la lumière, ce qui réduit l'effet du rouge lointain sur l'élongation des tiges. Il est de toute première importance de restreindre au minimum le nombre de rangées de paniers suspendus, afin de réduire l'impact du rouge lointain sur l'élongation des tiges des plants sous-jacents.

Facteurs de stress mécaniques

Les plants qui sont effleurés ou secoués un certain nombre de fois par jour seront moins hauts, en raison de la production interne d'éthylène.

Eau froide

De l'eau froide appliquée par aspersion et piégée dans le point végétatif peut ralentir la croissance de certains végétaux. Des expériences effectuées sur le lis de Pâques (cv. Nellie White) montrent que la hauteur des plants s'accroît de façon linéaire à mesure que la température augmente, à raison d'environ 1,5 cm/°C dans la fourchette de 2-20 °C. Au cours des expériences, on appliquait, par plant, 100 mL d'eau dans cette fourchette de températures, deux fois par semaine. L'eau doit être appliquée sur le méristème (apex) des plantes et non sur le substrat. Certaines plantes à massif réagissent également bien à cette technique, mais la forme des plants revêt alors une grande importance, car l'eau froide doit être piégée à l'intérieur du point végétatif.

Facteurs physiologiques influençant la croissance des végétaux

Les régulateurs de croissance des plantes (RCP) sont devenus depuis une trentaine d'années un outil important en serriculture, car ils permettent de modifier le mode de développement des espèces florales cultivées en serre. Ils influent en effet sur différents mécanismes physiologiques comme l'allongement des tiges, la ramification, l'émission des racines, l'induction florale et la croissance végétative. La présente section traite des facteurs à considérer lorsqu'on utilise des RCP pour limiter la croissance végétative (c.-à-d., réduire la taille des plants).

Vigueur de la plante

N'administrer des RCP qu'à des espèces de végétaux et/ou à des cultivars affichant une croissance vigoureuse. Les doses qui conviennent à un cultivar peuvent être trop élevées ou trop faibles pour un autre de la même espèce. Éviter de les utiliser ou en réduire les doses sur les cultivars moins vigoureux, pour ne pas risquer de les atrophier excessivement. Les RCP imposent un stress aux plantes. Une plante saine et vigoureuse est plus apte à tolérer ce stress. Une plante déshydratée est plus sensible aux effets phytotoxiques d'un RCP qu'une plante turgescente. N'appliquer un RCP que sur des plantes pourvues d'un système racinaire bien développé. Par exemple, lorsqu'il est appliqué sur des lis de Pâques faiblement racinés, A-Rest peut provoquer une chute anormale des feuilles du bas.

Réaction du cultivar ou de l'espèce

Les espèces ne réagissent pas nécessairement toutes à tous les RCP. La concentration du RCP et le nombre de traitements doivent être adaptés au comportement végétatif du cultivar à traiter. Par exemple, un plant

vigoureux de verveine ou de chrysanthème cultivé en pot aura généralement besoin d'une concentration plus élevée de RCP qu'un plant d'un cultivar plus compact et plus court. Cette règle vaut aussi pour la plupart des plantes à fleurs, dont le poinsettia, le kalanchoe et le géranium.

Stade de croissance

L'effet des RCP est généralement plus fort sur des plants jeunes. Un traitement effectué au mauvais moment peut retarder la floraison ou entraver gravement la croissance du plant. Par exemple, des lis de Pâques recevant une trop forte dose de Sumagic auront l'aspect de palmiers ou une section de tige faible. Le même produit appliqué sur des poinsettias après le début des jours courts produira parfois des bractées trop petites. Un traitement prématuré peut aussi nuire au développement de certains entre-nœuds (dans le bas des tiges) du poinsettia et du chrysanthème. Cet effet est particulièrement prononcé avec de fortes doses d'un RCP à action systémique.

Taille des plants

Les traitements avec des RCP doivent tenir compte de la taille des plants. On utilise des doses ou des quantités réduites de produits chimiques quand les plants sont plus petits. Les plantules de plantes à massif en plateaux à alvéoles ont besoin de doses et de volumes plus faibles que les plants cultivés en caissettes ou en contenants plus gros. Des doses réduites sont habituellement utilisées pour les jeunes plants quand le feuillage ne couvre pas entièrement le substrat, et d'autant plus si le RCP peut être absorbé par les racines.

Facteurs environnementaux influençant la croissance des végétaux

Les plantes cultivées dans un milieu frais et peu éclairé peuvent nécessiter moins de RCP que celles qui sont cultivées dans un milieu plus chaud et plus lumineux. Il faut par conséquent modifier la concentration selon qu'on est en été ou en hiver, surtout quand on utilise des RCP plus actifs ou plus forts comme Bonzi/Piccolo ou Sumagic. S'abstenir d'appliquer un RCP lorsque la température dépasse 26 °C. Dans la mesure du possible, faire l'application en soirée ou pendant les périodes où les pertes par transpiration sont faibles, afin de favoriser l'absorption du produit par les tissus des plantes. Cette précaution s'impose particulièrement dans le cas de B-Nine/Dazide et, dans une moindre mesure, de Cycocel Extra. Bonzi/Piccolo et Sumagic sont deux RCP à action systémique qui sont absorbés rapidement par les tissus des plantes.

Les conditions météorologiques ont une incidence sur les résultats obtenus, car elles influencent directement l'absorption des RCP à la suite de leur application. Les conditions de luminosité et de température qui favorisent un assèchement rapide des gouttelettes sur le feuillage réduisent l'efficacité des RCP hydrosolubles, de B-Nine/Dazide et de Cycocel Extra, car une moins grande quantité du produit est alors absorbée. Appliquer ces produits tard dans la journée, sous un couvert de nuages et/ou baisser les écrans d'obscurcissement durant la pulvérisation afin de maximiser l'absorption. Attendre au moins 18 heures avant de mouiller le feuillage de plants qui ont été traités avec B-Nine/Dazide et Cycocel Extra.

Utiliser les doses inférieures indiquées sur l'étiquette et le volume de bouillie le plus bas par unité de surface lorsque le traitement est fait au cours des périodes de l'année où la luminosité est faible et où les plants sont moins vigoureux. Deux applications à plus faible dose faites à 10-14 jours d'intervalle donnent généralement des plants mieux formés et de meilleure qualité qu'une seule application à plus forte dose.

Facteurs physiques et chimiques influençant la croissance des végétaux

Rémanence du produit

Les RCP n'ont pas tous la même rémanence, c.-à-d., qu'ils n'ont pas tous la même persistance dans le plant après l'application. Des RCP comme B-Nine/Dazide et Cycocel Extra ont perdu presque toute efficacité après 1 ou 2 semaines. A-Rest, Bonzi/Piccolo, Sumagic, Florel et Fascination demeurent actifs dans

la plante pendant au moins 3 ou 4 semaines, mais la durée dépend de facteurs environnementaux. Bonzi/Piccolo et Sumagic peuvent rester actifs dans le substrat pendant un certain nombre de semaines.

Absorption et diffusion du produit chimique

Lors des pulvérisations de Sumagic et de Bonzi, le jet doit être dirigé vers les tiges. Même si ces produits sont facilement absorbés par les tissus foliaires, ils ne sont pas efficaces quand ils n'atteignent que les feuilles, car ils migrent très difficilement des tissus foliaires vers d'autres parties du plant.

B-Nine est absorbé lentement par la cuticule et ne possède aucune activité systémique.

Configure n'a aucune activité systémique, de sorte qu'il est important d'assurer une application uniforme.

Fascination/Fresco se disperse mal à l'intérieur de la feuille, de sorte qu'un recouvrement uniforme du feuillage est indispensable. Éviter toutefois de provoquer le ruissellement du produit, car une fois dans le substrat, il est absorbé par les racines et risque alors de provoquer une élongation excessive des tiges.

Florel pénètre dans les tissus végétaux et se dégrade pour former de l'éthylène. L'éthylène déclenche une réaction de stress à l'intérieur du plant, qui peut se manifester par le jaunissement des feuilles et une sensibilité accrue aux pourritures des racines causées par *Botrytis* et *Pythium*.

Habituellement, des gouttelettes plus fines procurent un meilleur recouvrement et accroissent l'efficacité du traitement en plus de réduire les risques de phytotoxicité. Si on observe le perlage, l'ajout d'un agent mouillant est recommandé pour réduire la nature hydrophobe de nombreuses surfaces foliaires.

En ce qui a trait aux applications au sol :

- Bonzi/Piccolo et Sumagic sont activement absorbés par les racines, puis diffusés jusqu'aux extrémités des pousses, ce qui amène généralement un impact sur la croissance moins spectaculaire quand les doses sont faibles.
- A-Rest est facilement absorbé par les racines, la diffusion se faisant depuis les racines vers les tiges et les feuilles.
- Cycocel Extra est peu absorbé par les racines par comparaison aux produits Bonzi/Piccolo, Sumagic et A-Rest. Par conséquent, des doses beaucoup plus fortes indiquées sur l'étiquette pour la maîtrise efficace de l'élongation des tiges. Au Canada, Cycocel Extra est homologué uniquement pour les applications par bassinage du sol.
- Important : lorsqu'on applique des régulateurs de croissance à la main à l'aide d'une lance d'arrosage pour bassiner, bassiner par aspersion ou asperger grossièrement, le régulateur de croissance est en fait appliqué aux feuilles, aux tiges et au substrat et peut produire un effet de retardement de la croissance plus prononcé.

Dosage et recouvrement

Avec la plupart des RCP, l'exactitude de la concentration de matière active (m.a.) dans la bouillie à appliquer est primordiale. On peut faire une conversion simple à l'aide des concentrations standard (1 ou 1 000 ppm de m.a.) indiquées au tableau 9–1, *Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance*, p. 136.

La dose doit être mesurée soigneusement avec une balance et/ou un récipient gradué de précision. Pour les applications au sol d'A-Rest, la dose recommandée sur l'étiquette est exprimée en matière active totale par pot. Cela signifie donc que la concentration de la solution (mg/1 000 L ou ppm) multipliée par le volume de la bouillie à verser sur le substrat (mL/pot) doit être égale à la dose (mg/pot).

Le recouvrement est le volume de solution pulvérisée par unité de surface ou, s'il s'agit d'une application au sol, le volume de solution par unité de grandeur de pot ou unité de surface (dans le cas d'une planche de culture).

Toujours lire l'étiquette. Un même produit peut exister en différentes formulations. Une même formulation peut avoir changé. Se conformer au mode d'emploi

spécifié par le fabricant. Le cas échéant, l'étiquette précise s'il faut utiliser un mouillant-adhésif.

Entreposage

Les RCP doivent être conservés dans un endroit frais, sec et sombre, à l'abri du gel. Leur durée de conservation est d'au moins deux ans. Certains RCP peuvent devenir instables avec le temps ou perdre de leur efficacité quand ils sont mélangés à de l'eau ayant un pH élevé. Pour éviter toute dégradation du produit, préparer la bouillie immédiatement avant de l'employer ou abaisser le pH de l'eau sous 6,0 afin de l'acidifier.

Méthode d'application

Bassinage du sol

L'application au sol, dite bassinage ou trempage du sol, est plus précise que l'application foliaire, mais demande généralement plus de travail, sauf se elle peut être réalisée à l'aide du réseau d'irrigation. Certains RCP (p. ex., A-Rest, Bonzi/Piccolo et Sumagic) ont une action systémique. Ils sont activement absorbés par les racines et diffusés jusqu'aux extrémités des pousses. Cycocel Extra n'est efficace pour les applications au sol qu'à de fortes doses. L'application au sol permet de mieux répartir le produit dans le plant et donc de renforcer l'action du régulateur de croissance. Généralement, les applications au sol ont moins d'effets sur la grosseur des fleurs et le retard de floraison, et ont tendance à agir plus longtemps que les applications foliaires. Les applications au sol sont plus uniformes que les applications foliaires parce qu'il est plus facile de mesurer le volume par contenant. Pour l'application au sol, le volume est corrigé en fonction de la grosseur du pot. Voir le tableau 9–2, *Volume de bouillie recommandé pour l'application des régulateurs de croissance*, p. 136, pour connaître les volumes recommandés en fonction de la grosseur du pot.

Les applications au sol de Sumagic et Bonzi/Piccolo sont extrêmement efficaces, mais elles exigent une grande précision. Avant d'utiliser un RCP, quel qu'il soit, pour une application au sol, s'assurer que les plantes ont des racines bien développées. Le substrat doit être mouillé avant l'application au sol. Appliquer suffisamment de bouillie pour mouiller toute la masse racinaire. S'assurer que les plantes ne souffrent pas de stress. Le traitement risque de léser les plantes si elles sont tant soit peu déshydratées. Il est prudent d'arroser les plantes en fin d'après-midi et de traiter le lendemain matin. En outre, après un arrosage la veille, le RCP se répartit plus uniformément dans le substrat.

Piccolo est le seul RCP qui soit homologué pour utilisation dans un réseau de sub-irrigation. Quand l'application se fait par le réseau de sub-irrigation, employer jusqu'à la moitié des doses. Ne pas réutiliser les pots, plateaux ou contenants ayant déjà contenu du substrat ou des plants traités avec Sumagic ou *Bonzi/Piccolo*. Quand ces produits sont utilisés, se méfier des éventuels résidus présents sur les tables, sur les planchers ou dans les rigoles.

Les substrats à base d'écorce de pin réduisent l'efficacité d'A-Rest, de Bonzi/Piccolo et de Sumagic.

Application foliaire

L'application foliaire demande souvent moins de travail que l'application au sol, mais elle oblige à veiller à un recouvrement uniforme du feuillage. Il est indispensable que le matériel de pulvérisation fonctionne bien, notamment qu'il fonctionne à la bonne pression et que les buses ou les lances produisent la bonne forme de dispersion du jet.

Le volume employé par unité de surface varie en fonction de l'âge et de la taille de la culture. Le volume de bouillie indiqué sur l'étiquette est valable pour une culture type parvenue à différents stades de développement. La méthode d'application dépend du RCP employé.

Étant donné que l'absorption de Bonzi/Piccolo et Sumagic se fait principalement par les tiges, il est important de veiller à ce que la bouillie pénètre dans tout le feuillage afin d'obtenir un recouvrement uniforme des tiges. Ces produits se fixent très facilement par adsorption au substrat, ce qui rend la matière active facilement assimilable par les racines. Il est important de ne pas pulvériser trop de solution.

Tableau 9–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance

Nom du produit	Matière active	Formulation	Application foliaire ou au sol	
			1 ppm	1 000 ppm
A-Rest	ancymidol	0,0264 % (0,264 g/L)	3,8 mL/L	Ne s'applique pas à ce produit.
B-Nine WSG Dazide	daminozide daminozide	85 WSG (850 g/kg) 85 WSG (850 g/kg)	Ne s'applique pas à ce produit.	1,2 g/L 1,2 g/L
Bonzi Piccolo	paclobutrazole paclobutrazole	0,4 % (4 g/L) 0,4 % (4 g/L)	0,25 mL/L 0,25 mL/L	Ne s'applique pas à ce produit.
Configure	6-benzlaminopurine	21 g/L	0,0476 mL/L	47,6 mL/L
Cycocel Extra	chlorméquat-chlorure	46,0 % (460 g/L)	Ne s'applique pas à ce produit.	2,2 mL/L
Fascination	benzyladénine + gibbérellines A_4A_7	1,8 %/1,8 % (p/p)	0,056 mL/L	Ne s'applique pas à ce produit.
Florel	éthéphon	240 g/L	0,00416 mL/L	4,16 mL/L
Sumagic	uniconazole	0,055 % (0,55 g/L)	1,8 mL/L	Ne s'applique pas à ce produit.

La plupart des produits contiennent un agent mouillant; toutefois, on peut avoir à ajouter un mouillant-adhésif à la bouillie pour que celle-ci s'étale plus uniformément sur le feuillage et pour réduire la possibilité de dégâts foliaires. Les perles que les gouttelettes fines produisent à la surface des feuilles sont une très bonne indication que l'ajout d'un agent mouillant ou d'un surfactant est nécessaire. Respecter les doses indiquées sur l'étiquette de l'agent mouillant utilisé. Une dose de 10-20 L de bouillie/100 m² procure en général un bon recouvrement. On doit diminuer encore ce volume quand on traite des plants plus jeunes et plus petits. Pour éviter tout gaspillage des produits chimiques, placer les plantes aussi proches que possible les unes des autres sans pour autant trop les tasser.

Appliquer les RCP avec un pulvérisateur réservé à cet usage. Si cela n'est pas possible, rincer trois fois le pulvérisateur après chaque application afin d'éviter tout risque de dégât dû à des résidus d'autres produits chimiques.

On peut s'aider du tableau 9–2, *Volume de bouillie recommandé pour l'application des régulateurs de croissance*, ci-dessous, pour savoir quel volume préparer.

Tableau 9–2. Volume de bouillie recommandé pour l'application des régulateurs de croissance

Diamètre du pot (cm)	Volume de bouillie (mL/pot ou plant)	
	Application au sol	Application foliaire
10	90	3
13	120	6
15	180	10
20	240	17,5
25	300	25

Lorsqu'ils sont appliqués par pulvérisation foliaire, les RCP doivent être absorbés par les feuilles et/ou diffusés à l'intérieur du plant. La matière active doit traverser la cuticule cireuse de la feuille ou de la tige et se diffuser à l'intérieur du tissu végétal. Les RCP très hydrosolubles comme B-Nine/Dazide, Cycocel Extra et Florel pénètrent lentement la cuticule, tandis que ceux qui sont moins hydrosolubles (Sumagic, Bonzi/Piccolo, A-Rest) la pénètrent très rapidement.

Les plantes doivent être turgescentes au moment du traitement pour ne pas subir de dégât foliaire. Dans le cas de Cycocel Extra, de B-Nine/Dazide et de Florel, le feuillage absorbe la matière active tant qu'il reste mouillé; on doit donc les appliquer très tôt le matin ou à la fin de la journée ou par temps nuageux et humide, quand l'air est presque immobile. Dans les 12-24 heures qui suivent l'application de l'un de ces produits, s'abstenir de pratiquer l'irrigation par aspersion afin de garder le feuillage sec et afin d'éviter que les feuilles ne soient lavées de la matière active.

A-Rest, Sumagic et Bonzi/Piccolo sont absorbés très rapidement (en quelques minutes) par les feuilles et risquent peu d'être lessivés une fois que les feuilles sont sèches.

Nombre d'applications

Même s'il est plus économique de faire une seule application (que ce soit une application foliaire ou une application au sol), il faut savoir qu'une application unique à la dose supérieure indiquée sur l'étiquette peut souvent administrer une surdose à la culture et freiner à outrance sa croissance. La dose dépend des pratiques adoptées relativement à la lumière, à la température, à l'humidité relative, à l'arrosage et à la fertilisation. Sous les climats nordiques, il est moins risqué de faire deux traitements avec la dose inférieure recommandée (qui est habituellement la moitié de la dose supérieure recommandée). Un intervalle de 1 ou 2 semaines entre les traitements offre davantage de souplesse et réduit les risques de dommages à la culture. Il permet aussi de surveiller la croissance des plantes, de tenir compte du changement des conditions météorologiques et de décider s'il convient de faire d'autres traitements ou non. La technique des traitements multiples améliore généralement la forme des plants.

Comment estimer la taille définitive du plant

Les chercheurs en floriculture ont constaté qu'il est possible de prédire la taille définitive du chrysanthème, du lis de Pâques et du poinsettia en se référant à des courbes de croissance (suivi graphique). Le suivi graphique peut aider à déterminer avec plus de précision si le ralentisseur de croissance utilisé est efficace et à prendre des décisions éclairées quant à la pertinence de faire des traitements supplémentaires. Quatre semaines après le début du régime jours courts, les principaux cultivars de chrysanthèmes et de poinsettias sont à environ la moitié de leur hauteur définitive. Quant au lis de Pâques, sa hauteur définitive est approximativement le double de celle qu'il atteint au stade bouton visible. On peut donc estimer la hauteur définitive des plants en multipliant par deux la hauteur qu'ils atteignent à ces stades (hauteur mesurée à partir du haut du pot). Si la hauteur estimative à 4 semaines est trop grande, une application de régulateur de croissance peut être indiquée. Ce traitement induira un nouveau ralentissement de croissance et produira des plants plus conformes aux attentes.

Les producteurs devraient se servir du suivi graphique dans leur programme cultural intégré comme technique de surveillance de la croissance. On trouve sur le marché des programmes de suivi graphique qui présentent les courbes de croissance caractéristiques de ces cultures.

Les courbes de croissance de chaque espèce ne sont données qu'à titre indicatif. Elles varient selon la vigueur du cultivar, sa tolérance à une faible intensité lumineuse et à d'autres conditions environnementales.

Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de croissance des plantes

Toujours lire l'étiquette. Manipuler les produits chimiques conformément aux recommandations du fabricant et observer toutes les restrictions et précautions.

Au moment de mélanger des produits chimiques, savoir que le volume du RCP est compris dans le volume final de la bouillie à appliquer sur les plants. Mesurer d'abord la quantité du produit chimique. Verser ensuite dans le réservoir la moitié de la quantité d'eau nécessaire. Ajouter le produit chimique, puis la quantité d'eau nécessaire pour obtenir le volume de solution requis. Par exemple, si le mode d'emploi indique 60 mL de B-Nine/Dazide par litre, verser en premier 0,5 L d'eau, ajouter 60 mL de B-Nine/Dazide dans un récipient gradué approprié, et ajouter de l'eau jusqu'à la graduation 1 L. Ne pas oublier que c'est la bouillie finale contenant le B-Nine qui doit faire 1 L. Bien agiter la solution avant et pendant la pulvérisation.

En règle générale, ne pas ajouter d'agent mouillant (dispersant/surfactant non ionique) si l'étiquette indique que le RCP en contient déjà. Cependant, si la bouillie pulvérisée forme trop de perles sur les feuilles, y ajouter un agent mouillant ou un surfactant pour qu'elle s'étale mieux.

Lire l'étiquette pour savoir si le produit est suffisamment stable pour être conservé après la préparation. Il vaut mieux mélanger les RCP juste avant chaque application pour être sûr que le produit n'a rien perdu de son pouvoir.

> Ne jamais mélanger un RCP avec un autre pesticide. Les régulateurs de croissance des plantes sont des outils trop délicats. Éviter de courir des risques en cherchant à gagner du temps. Mélanger et appliquer le RCP avec précision.

Mode d'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures ornementales de serre

L'efficacité des RCP peut varier beaucoup d'une culture à l'autre. Il faut bien lire l'étiquette des RCP avant de les employer. Voir le tableau 9–3, *Liste des régulateurs de croissance homologués par culture*, ci-contre, et le tableau 9–4, *Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes*, p. 139.

Tableau 9–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture

Culture	RCP homologués
Azalée	B-Nine/Dazide
Cactus de Pâques (*Schlumbergera* spp. et *Rhipsalidopsis* sp.)	Configure
Chrysanthème à couper	B-Nine/Dazide
Chrysanthème de jardin	A-Rest, B-Nine/Dazide, Florel, Sumagic
Chrysanthème en pot	A-Rest, B-Nine/Dazide, Florel, Sumagic
Echinacea spp. (échinacée pourpre)	Configure
Géranium à feuilles zonées	Bonzi/Piccolo, Cycocel Extra, Florel, Sumagic
Hortensia	B-Nine/Dazide
Hosta spp.	Configure
Lis de Pâques	A-Rest, Fascination/Fresco, Sumagic
Lis hybrides asiatiques, orientaux et asiflorum	A-Rest, Fascination/Fresco
Plantes à massif	B-Nine/Dazide, Bonzi/Piccolo, Florel, Sumagic
Poinsettia	A-Rest, B-Nine/Dazide, Cycocel Extra, Florel, Sumagic
Toutes les plantes à fleurs coupées, les plantes à fleurs en pot et les plantes vertes	EthylBloc Technology

Tableau 9–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes

A-Rest (264 mg d'ancymidol/L ou 0,0264 % d'ancymidol)	
Cultures	Chrysanthème (en pot), lis, poinsettia
Concentration de la matière active	2-8 ppm
Dose	2 ppm = 7,5 mL/L de bouillie 8 ppm = 30 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Application au sol. Appliquer à raison de 0,25-0,50 mg de matière active par pot de 15 cm.
Moment de l'application	Chrysanthème : Appliquer quand les racines commencent à sortir de la motte de substrat, soit environ 2 semaines après le pincement, lorsque les pousses latérales atteignent 5-10 cm de long. Lis : Appliquer lorsque les lis ont 7-15 cm de hauteur. Ne pas traiter entre le 23 janvier et le 7 février, sous peine de réduire le nombre de boutons floraux. Poinsettia : Traiter la plante à partir du pincement jusqu'à 4 semaines suivant le pincement, ou 8-12 semaines avant la finition. Ne pas appliquer après le début de la formation des bractées.
Remarques	La bouillie doit mouiller uniformément toute la surface du substrat. Ne pas ajouter d'agent mouillant. Dans le cas des lis de Pâques, s'assurer que les racines sont saines et que le substrat est suffisamment riche en phosphore pour limiter le jaunissement des feuilles inférieures.

Cycocel Extra (46,0 % ou 460 g de chlorméquat-chlorure/L)	
Cultures	Géranium à feuilles zonées, poinsettia
Concentration de la matière active	Géranium : 1 500-3 000 ppm Poinsettia : 1 500-3 000 ppm
Dose	1 500 ppm = 3,25 mL/L (325 mL/100 L) de bouillie 3 000 ppm = 6,5 mL/L (650 mL/100 L) de bouillie
Méthode d'application	Application au sol.
Moment de l'application	Géranium à feuilles zonées : Traiter par une application au sol, à raison de 1 500-3 000 ppm, 3 semaines après le repiquage, quand les plants sont bien enracinés et que la tige commence à s'allonger. Poinsettia : Traiter quand les pousses latérales atteignent de 2 à 4 cm.
Remarques	Géranium à feuilles zonées : Hâte la floraison et stimule la ramification. Poinsettia : Un traitement après le 15 octobre peut retarder la formation des fleurs et réduire la taille des bractées chez les poinsettias qui sont élevés sous régime d'éclairement naturel. Deux traitements par application au sol à demi-dose sont plus efficaces qu'un seul traitement à pleine dose.

B-Nine WSG/Dazide 85 WSG (85 % de daminozide)	
Cultures	Azalée, plantes à massif (pétunia, tagète, zinnia, aster, cosmos et sauge), chrysanthème (en pot et à couper), hortensia, poinsettia
Concentration de la matière active	Azalée (1 500-2 500 ppm) Plantes à massif (5 000 ppm) Chrysanthème : en pot (2 500-5 000 ppm); à couper (2 500 ppm) Hortensia (5 000 ppm) Poinsettia (5 000-7 500 ppm)
Dose	1 500 ppm = 1,8 g/L de bouillie 2 500 ppm = 3,0 g/L de bouillie 5 000 ppm = 6,0 g/L de bouillie
Méthode d'application	Application foliaire (2-4 L/100 m^2 de surface de banquettes). Augmenter le volume en fonction de l'abondance du feuillage par surface de banquettes. Pulvériser jusqu'au point de ruissellement.

B-Nine WSG/Dazide 85 WSG (85 % de daminozide)	
Moment de l'application	Azalée : Après le dernier pincement, traiter lorsque les pousses ont 2-5 cm de long afin de stimuler le développement de nouveaux boutons sur les plants destinés au forçage. Faire 1 application à 2500 ppm ou 2 applications à 1500 ppm, à une semaine d'intervalle. Plantes à massif : Appliquer jusqu'au point de ruissellement 2-3 semaines après le repiquage ou lorsque les plants ont commencé à s'allonger. Répéter le traitement, au besoin. Chrysanthème (en pot) : Appliquer jusqu'au point de ruissellement environ 2 semaines après le pincement quand les pousses ont 2-4 cm de long. Le traitement peut être répété 3 semaines plus tard; (en pot et à couper) : Pour empêcher l'allongement des pédoncules, pulvériser 2 jours après l'ébourgeonnement ou 4 semaines après la mise à l'ombre. Pulvériser le tiers supérieur seulement du feuillage jusqu'au point de ruissellement. Hortensia : Effectuer la première pulvérisation entre 2 et 3 semaines après le début du forçage (4-5 paires de feuilles visibles) et la deuxième pulvérisation 2-4 semaines plus tard. Poinsettia : Pulvériser lorsque les pousses ont environ 5-7,5 cm de hauteur. La concentration de la bouillie dépend des dates de plantation et de pincement (qui à leur tour dépendent de la grosseur du pot). Des plants vigoureux peuvent nécessiter un second traitement. Ne pas appliquer après le 15 septembre.
Remarques	Azalée : Amplifie la réaction aux jours courts et hâte la formation des boutons. Ne pas laisser la solution dégoutter sur le substrat. Plantes à massif : Efficace sur la plupart des plantes à massif, sauf sur muflier, célosie, coléus, pensée/violette, géranium, œillet, cléome, volubilis et gomphrena. Chrysanthème (en pot) : Utiliser la dose inférieure sur les plants pincés et la dose supérieure sur les plants à une seule tige. Pulvériser sur le feuillage jusqu'au point de ruissellement; (à couper) : Ne pas mélanger le daminozide avec d'autres pesticides. Hortensia : Traiter si nécessaire quand les boutons sont visibles. Poinsettia : Ne pas ajouter d'agent mouillant. Une application faite après le début des jours courts retardera la floraison et influencera la taille des bractées. Ne pas mouiller le feuillage dans les 18-24 heures qui suivent le traitement, afin de laisser le temps au produit d'être absorbé par le plant.

Bonzi/Piccolo (4 g de paclobutrazole/L)	
Cultures	Plantes ornementales à massif dans des plateaux alvéolés, cartons à alvéoles, caissettes ou pots
Concentration de matière active	0,5-60 ppm selon la méthode d'application (bassinage ou pulvérisation) et l'espèce cultivée. *Lire attentivement l'étiquette. Le paclobutrazole est extrêmement actif à des concentrations très faibles. Faire un essai à la concentration la plus faible sur toutes les espèces et variétés*.
Dose	1 ppm = 0,25 mL/L de bouillie 2 ppm = 0,5 mL/L de bouillie 10 ppm = 2,5 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Pulvérisation : 1-40 ppm selon l'espèce, appliquer 1-2 L/10 m^2 de superficie de banquette pour les plants de petite taille dans des plateaux alvéolés, selon le stade de croissance du plant. Pour les plants dont le feuillage est bien développé, on peut avoir besoin de 3 L/10 m^2. Bassinage : 0,5-1,0 ppm, appliquer 60-80 mL par pot de 10 cm; 120-140 mL par pot de 15 cm.
Moment de l'application	Pour les plantules de plantes à massif en plateaux à alvéoles, effectuer la première pulvérisation au stade d'une ou de deux feuilles. Appliquer aux plants dans les cartons à alvéoles ou les pots une fois qu'ils sont établis, habituellement 2-3 semaines après la transplantation. Appliquer lorsque les pédoncules commencent à s'allonger pour éviter l'étirement tardif des pédoncules.

Remarques	L'absorption de Bronzi/Picolo se fait principalement par les tiges, et il est donc important de veiller à ce que le recouvrement soit complet et uniforme. L'application de quantités excessives, surtout par pulvérisation, ralentira la croissance du plant et retardera la floraison. On obtient habituellement la grandeur souhaitée avec un seul traitement par pulvérisation ou bassinage, mais on obtient de meilleurs résultats avec plusieurs traitements à 25-50 % de la concentration recommandée, notamment par faible éclairage et température moins élevée. Les pulvérisations à forte dose peuvent retarder la floraison des impatientes et des pétunias. Veiller à ne pas appliquer de quantités excessives aux jeunes plants qui ne couvrent pas complètement le substrat; le surplus de produit peut pénétrer dans celui-ci et agir comme un bassinage en provoquant un ralentissement excessif des espèces sensibles. Les traitements par bassinage permettent généralement de mieux maîtriser la taille des plants et de produire un aspect plus uniforme. Le traitement peut être effectué lorsque les plants ont presque atteint leur taille commercialisable sans effet phytotoxique. N'appliquer que sur un substrat humide. Dans les substrats qui contiennent de l'écorce, on peut avoir besoin de doses plus élevées. Ne pas réutiliser les pots ou les plateaux ayant contenu de la terre ou des plants traités avec Bonzi/Piccolo. Pour appliquer Piccolo par le système de sub-irrigation, réduire les doses de 25-50 %.

Configure (21 g de 6-benzylaminopurine/L)	
Cultures	Cactus de Pâques (*Schlumbergera* spp., *Rhipsalidopsis* spp.), *Hosta* spp., *Echinacea purpurea* (échinacée pourpre)
Concentration de matière active	100–3 000 ppm selon le mode d'utilisation et la culture traitée. Comme la réponse peut varier selon les cultivars, faire d'abord un essai à la concentration la plus faible recommandée et ajuster en conséquence.
Dose	100 ppm = 4,76 mL/L de bouillie 1 000 ppm = 47,6 mL/L de bouillie 3 000 ppm = 142,8 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Cactus de Pâques : • Pulvérisation foliaire à 100 ppm après le repiquage, au début de la nouvelle croissance végétative. Pulvérisation à 100-200 ppm après le début du régime de jours courts après la stabilisation. *Hosta* spp. : • Pulvérisation foliaire à 1 000-3 000 ppm lorsque les plantes sont bien établies dans les pots. *Echinacea* (échinacée pourpre) : • Pulvérisation foliaire à 300-900 ppm environ 2-3 semaines après le repiquage.
Moment de l'application	Cactus de Pâques : • Pour accroître la ramification végétative : 100 ppm après le repiquage au début de la nouvelle croissance végétative. Pour accroître l'amorce de la floraison : appliquer 5-10 jours après le début du régime de jours courts ou immédiatement après la stabilisation. Hosta : • Appliquer 1-2 fois lorsque les plants sont bien établis, habituellement 3-4 semaines après le repiquage. *Echinacea* (échinacée pourpre) : • Appliquer en un seul traitement par pulvérisation lorsque la croissance active est présente.
Remarques	Les pulvérisations de Configure sur les cactus de Pâques stimulent la ramification végétative si le traitement a lieu pendant les jours longs. La pulvérisation à une concentration trop élevée peut provoquer la distorsion des phylloclades. Configure facilite la formation des bourgeons floraux plus nombreux pendant les jours courts (conditions de reproduction). L'application à une concentration trop élevée peut provoquer l'amorce d'un trop grand nombre de bourgeons par phylloclade arrivé à maturité. Configure accroît la croissance latérale lorsqu'on l'applique à Hosta ou *Echinacea* cultivés pour la vente au détail.

Fascination/Fresco/Fresco (1,8 % de benzyladénine, BA, et 1,8 % de gibbérellines, GA_{4+7})	
Cultures	Lis de Pâques et lis hybrides asiatiques, orientaux et asiflorum
Concentration de la matière active	25-100 ppm de benzyladénine et GA_{4+7}
Dose	25 ppm = 1,4 mL/L de bouillie 100 ppm = 5,6 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Lis de Pâques : Pulvériser à raison de 25-100 ppm sur le tiers inférieur du feuillage, au stade du bouton visible, afin de prévenir le jaunissement des feuilles. Lis hybrides asiatiques, orientaux et asiflorum : Pulvériser à raison de 50-100 ppm sur toute la plante, au stade du bouton visible et une journée avant le transfert en chambre froide, afin de retarder le jaunissement des feuilles et la sénescence des fleurs à la sortie de la chambre froide. Utiliser un pulvérisateur ordinaire à basse pression pour éviter un brouillard trop fin qui se déposerait sur les tiges et les feuilles immatures, ce qui pousserait la plante à s'allonger. Traiter à raison de 1,9 L de solution par 10 m^2 de surface de banquette, en veillant à bien recouvrir les feuilles du bas. Ne pas utiliser plus de 15 mL de bouillie par plante; autrement, le produit excédentaire qui tomberait sur le substrat pourrait également pousser la plante à s'allonger. Le produit n'étant pas systémique, seules les feuilles et les surfaces des feuilles qui ont été en contact avec la solution seront protégées du jaunissement.
Moment de l'application	Traiter au stade du bouton visible, ou juste avant l'envoi en chambre froide.
Remarques	Les plantes ne réagissent pas toutes de la même façon au traitement à cause de différences dans leur structure, leur surface foliaire et l'orientation de leurs feuilles. Traiter dans la matinée ou à la fin de l'après-midi, quand les plants ne souffrent pas de stress. Éviter que le produit entre en contact avec des feuilles immatures, sous peine de provoquer une élongation des tiges non recherchée.

Florel (240 g d'éthéphon/L)	
Cultures	Cultures ornementales de serre incluant impatiente de Nouvelle-Guinée, bégonia, chrysanthème de jardin, fuchsia, géranium, patate douce ornementale (*Ipomea*), *Lantana* spp., poinsettia, verveine et pervenche
Concentration de la matière active	250 ppm = 1,04 mL/L de bouillie 500 ppm = 2,08 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Impatiente de Nouvelle-Guinée : Appliquer uniformément en pulvérisation foliaire à raison de 250 ppm pour mouiller le feuillage, mais pas au point de ruissellement. Pour garantir l'efficacité du traitement, veiller à ce que le pH de la bouillie reste à 5,5.
Moment de l'application	Plantes-mères : Appliquer sur des plantes-mères aux 14 jours sans dépasser 4 applications. Plantes en finition : Commencer les applications de 14 à 21 jours après la transplantation et répéter le traitement au besoin tous les 10-14 jours sans dépasser 4 applications. Appliquer en soirée ou tôt le matin et s'assurer que le sol est chaud.
Remarques	Florel favorise la ramification des tiges latérales, réduit la taille des feuilles et l'élongation des tiges, et déclenche la sénescence des boutons floraux immatures. Sur des plantes à massif florifères, ne pas appliquer 6-8 semaines avant la date prévue de la floraison ou de la vente. Ne pas appliquer quand les plants sont soumis à un stress (sécheresse, grandes chaleurs ou maladie), car Florel se transforme en éthylène une fois qu'il a pénétré dans la plante, ce qui déclenche une réaction de stress. Utiliser la dose inférieure si l'intensité lumineuse est faible et sur les variétés compactes, afin d'éviter d'amplifier l'effet du régulateur de croissance. L'action de Florel est liée à la croissance des plantes, de sorte qu'elle est moindre quand les températures sont inférieures à 15 °C et qu'elle est très forte à des températures supérieures à 35 °C. Ne pas appliquer plus de 1 L de solution/10 m^2 de surface de banquettes. Ne pas appliquer dans les 2 semaines qui précèdent la récolte des boutures des plants-mères.

Sumagic (0,055 % d'uniconazole-P)	
Cultures	Plantes à massif, chrysanthème, lis de Pâques, géranium à feuilles zonées et géranium de semis, poinsettia

Concentration de la matière active	Plantes à massif : 1-30 ppm Chrysanthème : 5-10 ppm Lis de Pâques : 3-30 ppm Géranium : 2-4 ppm (de semis); 2-8 ppm (à feuilles zonées et lierre) Poinsettia : 2-8 ppm
Dose	1 ppm = 1,8 mL/L de bouillie 2 ppm = 3,6 mL/L de bouillie 10 ppm = 18 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Application foliaire (selon le stade de croissance, utiliser 1-2 L/10 m^2 de surface de banquettes). Pour un résultat optimal, traiter de préférence à basse pression et en produisant des gouttelettes suffisamment grosses.
Moment de l'application	Plantes à massif : Varie selon l'espèce à traiter. Lire attentivement l'étiquette. On fait habituellement la première pulvérisation lorsque les semis ont 2,5-3,0 cm de hauteur. Chrysanthème : Appliquer 7-14 jours après le pincement lorsque la longueur des entre-nœuds est de 3,8-5,0 cm. On peut traiter une deuxième fois 7-21 jours plus tard pour réduire encore davantage la croissance. Lis de Pâques : Faire le traitement lorsque les pousses font 7,5 cm de long. Laisser passer au moins 2 semaines entre les traitements et éviter de traiter tard dans la saison. Géranium : (de semis) Traiter quand les plants atteignent 5-16 cm de haut; (à feuilles zonées) Traiter les boutures quand elles sont bien enracinées. Poinsettia : Appliquer lorsque les entre-nœuds mesurent 3,5-5,0 cm de long (environ 10-14 jours après le pincement). On peut faire deux autres traitements au maximum, à 7 jours d'intervalle, jusqu'à ce qu'on obtienne les caractéristiques de croissance souhaitées. Ne pas traiter après le début de la formation des bractées.
Remarques	La réaction des plantes au Sumagic est fortement influencée par des facteurs culturaux et environnementaux comme le substrat, la gestion de l'eau et de la fertilisation, la température, l'éclairement, la structure de la serre et différentes pratiques culturales. Faire d'abord un essai sur un petit nombre de plants à la dose la plus faible recommandée. Il se peut qu'il faille réduire les doses lorsque les températures sont plus fraîches. Plantes à massif : Utiliser la dose la plus faible recommandée. Vérifier d'abord la réaction de chaque espèce et cultivar sur un groupe restreint de plants conformément aux directives portées par l'étiquette. Chrysanthème : Deux applications à demi-dose auront un meilleur effet horticole qu'une seule application à pleine dose. Lis de Pâques : Un traitement avec Sumagic peut réduire les besoins en eau du lis de Pâques. Éviter les applications tardives. Sous les conditions qui règnent en Ontario, la dose de 2-3 ppm semble convenable sous réserve d'un maximum de trois applications par saison de croissance. Poinsettia : Le traitement peut entraîner une légère réduction de la taille des bractées et du diamètre des inflorescences; il retardera la floraison s'il est effectué quand les plants sont déjà en régime jours courts.

EthylBloc Technology (1-méthylcyclopropène 0,14 %)	
Cultures	Homologué pour utilisation après la récolte sur les fleurs coupées, les fleurs en pot et les plantes à feuillage décoratif pour les protéger des effets de l'éthylène
Concentration de la matière active	Appliquer 0,25 ou 0,5 g/m^3 selon le moment du traitement et la température d'entreposage. Lire attentivement l'étiquette avant de choisir le taux d'application.
Méthode d'application	Placer les emballages hydrosolubles EthylBloc Technology requis (selon le volume de l'aire de traitement) dans l'eau, quitter l'aire de traitement et fermer la pièce hermétiquement. En se dissolvant, les emballages hydrosolubles libèrent des vapeurs de 1-MCP dans des conditions d'entreposage au frais et à la température ambiante.
Moment de l'application	Appliquer une seule fois sur les fleurs coupées, les fleurs en pot et les plantes à feuillage décoratif immédiatement après la récolte ou juste avant l'expédition.
Remarques	La durée du traitement dépend de la température d'entreposage; il faut un minimum de 4 heures à 10-24 °C et de 8 heures à 2-10 °C. Afficher un panneau d'interdiction d'accès sur toutes les entrées qui mènent à l'aire de traitement. Fermer les prises d'air, mais laisser fonctionner le système de circulation d'air interne. Faire aérer 30 minutes avant de pénétrer dans l'aire de traitement.

10. Produits de lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

Ce chapitre contient deux tableaux qui énumèrent les pesticides homologués pour une utilisation dans les cultures florales de serre. Le tableau 10–1, *Pesticides homologués, par nom commercial,* p. 146, dresse une liste des produits homologués et indique pour chacun, les ennemis combattus et les cultures sur lesquelles le produit peut être utilisé. Les produits sont présentés dans la liste par ordre alphabétique de leur nom commercial. Quand plusieurs produits contiennent la même matière active, ils ont été classés par ordre alphabétique en commençant le nom du premier produit du groupe.

Le tableau 10–2, *Pesticides homologués, par ennemi combattu,* p. 149, présente de façon détaillée les pesticides homologués pour combattre chaque ravageur ou maladie. En regard de chaque ennemi, une liste indique les produits homologués et les doses recommandées. **Les doses, souvent présentées sous forme de fourchettes, peuvent varier selon la culture. Avant d'utiliser un pesticide, toujours consulter l'étiquette pour confirmer les usages et les doses.** L'ordre dans lequel les produits sont énumérés dans ce tableau ne saurait être interprété comme classement préférentiel explicite ou implicite. Toutefois, les produits ayant fait l'objet d'une homologation plus récente sont généralement inscrits en début de liste. À noter que les numéros de groupe des insecticides et des fongicides sont indiqués dans la colonne à côté du nom du produit. La pertinence des groupes de mode d'action est expliquée plus en détail au chapitre 8, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 115. Le numéro du groupe de mode d'action est reproduit dans ce tableau pour faciliter la tâche aux producteurs qui souhaitent pratiquer une alternance entre les produits des différents groupes.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire évalue tous les pesticides et les classe en trois catégories selon qu'ils procurent une maîtrise (taux d'efficacité de 85-100 %), une maîtrise partielle (taux d'efficacité de 65-85 %) ou une réduction des dégâts (taux d'efficacité inférieur à 65 %). La colonne Remarques du tableau 10–2, *Pesticides homologués, par ennemi combattu,* p. 149, indique si le produit ne procure qu'une maîtrise partielle ou une réduction des nombres d'individus. Si le tableau n'indique pas le taux d'efficacité du produit, on peut supposer que le produit procure une maîtrise de l'ennemi combattu, en gardant à l'esprit toutefois que le taux d'efficacité peut varier d'une population à l'autre. Ainsi, un produit peut être beaucoup moins efficace contre une population y ayant développé une résistance.

Dans certaines conditions d'utilisation, de nombreux pesticides peuvent causer des réactions phytotoxiques. Lire attentivement l'étiquette et se reporter à la rubrique *Phytotoxicité des pesticides pour les cultures florales* du chapitre 8, p. 125.

Tableau 10–1. Pesticides homologués, par nom commercial

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	**Ravageurs**	**Cultures**
Avid (abamectine)	Tétranyques, mineuses	Plantes ornementales de serre
Beleaf 50SF (flonicamide)	Thrips, pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Botanigard 22 WP, BotaniGard ES *(Beauveria bassiana, souche GHA)* *Bio-Ceres G WB, Bio-Ceres G WP (Beauveria bassiana, souche ANT-03)*	Pucerons, aleurodes, thrips	Plantes ornementales de serre
Citation (cyromazine)	Mineuses, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Confirm (tébufénozide)	Légionnaires, vers-gris, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses	Plantes ornementales de serre
DDVP 20% EC (dichlorvos)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
DDVP fumigène (dichlorvos)	Pucerons, tétranyques, thrips des petits fruits, aleurodes, cochenilles farineuses	Plantes ornementales de serre
DeltaGard (deltaméthrine)	Thrips des petits fruits	Cultures florales de serre (chrysanthème, cinéraire, lis de Pâques, géranium)
Dibrom (naled)	Aleurodes, pucerons, tétranyques, tordeuses, cochenilles farineuses	Rosier, cultures de fleurs coupées
Dimilin (diflubenzuron)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Dipel 2X DF, BioProtec 3P, Dipel WP, BioProtec CAF, Thuricide HPC *(Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki)*	Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou, *Duponchelia* Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Distance (pyriproxifène)	Aleurodes	Plantes ornementales de serre
Dursban WSP, Dursban T, Pro Dursban Gazon, Lorsban 4E, Pyrate 480 (chlorpyrifos)	Thrips, aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, cicadelles, scarabée japonais	Plantes ornementales de serre
Dyno-Mite (pyridabène)	Aleurodes, tétranyques	Plantes ornementales de serre
Endeavor (pymétrozine)	Maîtrise des pucerons, **maîtrise partielle** des aleurodes	Plantes ornementales de serre
Enstar EW (kinoprène)	Aleurodes, pucerons	Plantes ornementales de serre
Floramite SC (bifénazate)	Tétranyque à deux points, tétranyque de Lewis	Plantes ornementales de serre
Forbid 240 SC (spiromésifène)	Acariens, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Intercept 60 WP (imidaclopride)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Kontos	Aleurodes, thrips des petits fruits, puceron vert du pêcher, cochenille de l'oranger, cochenille du fusain, tétranyques	Plantes ornementales de serre
Malathion 25W, Malathion 85E, Malathion 500 E (malathion)	Pucerons, aleurodes, thrips, cochenilles farineuses, tétranyques	Chrysanthème, œillet, rosier, géranium, muflier
Met52 (*Metarhizium anisopliae,* souche F52)	Charançon noir de la vigne, thrips	Plantes ornementales de serre cultivées en contenants
NoFly (*Paecilomyces fumosoroseus*)	Aleurodes, thrips	Plantes ornementales de serre
Orthene 75 SP (acéphate)	Pucerons, thrips, aleurodes, cécidomyie du rosier, tordeuses, cochenilles	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Pounce 384 EC, Ambush 50 EC (perméthrine)	Duponchelia (Pounce 384 seulement), aleurodes, mineuse du chrysanthème	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Pylon 27 (chlorfenapyr)	Tétranyque à deux points, fausse-arpenteuse du chou, nématodes parasites des feuilles, thrips des petits fruits	Plantes ornementales de serre

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	**Ravageurs**	**Cultures**
Savons insecticides	Pucerons, aleurodes, tétranyques, cochenilles farineuses, cochenille des Hespérides	Plantes ornementales de serre
Shuttle 15 SC (acéquinocyl)	Tétranyques	Plantes ornementales de serre (autres que pour fleurs coupées)
Success 480 SC (spinosad)	Thrips des petits fruits	Plantes ornementales de serre
*Thiodan 50WP, Thiodan 4EC; Thionex 50W, Thionex EC (endosulfan)	Pucerons, aleurodes, tarsonème du fraisier	Plantes ornementales de serre
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Pucerons, cicadelles, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Vectobac 600L *(Bacillus thuringiensis ssp. israelensis)*	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre
Vendex 50W	Tétranyques	Plantes ornementales de serre
* L'homologation de l'endosulfan est en cours d'élimination progressive. Les titulaires d'homologations doivent cesser de produire et de vendre des produits contenant de l'endosulfan avant le 31 décembre 2014. Il est interdit à toute autre personne de vendre des produits contenant de l'endosulfan après le 31 décembre 2015 et il est interdit aux producteurs d'en utiliser après le 31 décembre 2016.		

Fongicides		
Nom commercial (matière active)	**Maladies**	**Cultures**
Acrobat 50 WP (diméthomorphe)	Mildiou	Plantes ornementales de serre
Actinovate SP (*Streptomyces lydicus*)	Oïdium (blanc), *Fusarium, Pythium, Rhizoctonia*	Gerbera, verveine, cyclamen, pétunia, géranium
Aliette T&O (fosétyl-Al)	*Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
BioTak (*Bacillus subtilis*, souche MBI 600)	*Fusarium, Rhizoctonia et Pythium*	Plantes ornementales de serre
Botran 75W (diclorane)	*Botrytis*	Rosier, géranium, chrysanthème
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	*Rhizoctonia*, oïdium (blanc)	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Contans	*Sclerotinia*	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Cyclone (acide citrique et acide lactique, comme produits de fermentation de la souche LPT-111 de la bactérie *Lactobacillus casei*)	Oïdium (blanc)	Rosier
Daconil 2787, Daconil Ultrex (chlorothalonil)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes ornementales de serre
Folpan 50 WP, 80 WDG (folpet)	Pourriture des racines due à *Pythium*	Poinsettia
Maestro 80 DF, SupraCaptan 80 WDG (captane)	Fonte des semis, pourritures des racines, taches foliaires (voir l'étiquette)	Rosier et autres fleurs de serre
*Meltatox 40 EC (dodémorphacétate)	Oïdium (blanc)	Rosier
Micora, Revus (mandipropamide)	Mildiou (tomates), mildiou, moisissure bleue (laitue), mildiou (basilic)	Cultures légumières et plantes de massif, selon ce qui est indiqué
Milstop (bicarbonate de potassium)	Oïdium (blanc)	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*)	*Fusarium, Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouilles, oïdium (blanc)	Géranium, poinsettia, rosier, gerbera, aster, chrysanthème
Phostrol (phosphites monobasiques et dibasiques de sodium, de potassium et d'ammonium)	*Phytophthora*	Plantes de massif, plantes en pot et fleurs coupées
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	Diverses maladies fongiques et bactériennes des feuilles (voir l'étiquette)	Diverses plantes, en pulvérisation foliaire, par trempage des boutures et traitement post-récolte (voir l'étiquette)

Fongicides		
Nom commercial (matière active)	**Maladies**	**Cultures**
PreStop (*Gliocladium catenulatum*)	*Pythium, Phytophthora, Rhizoctonia, Botrytis*	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Previcur N (chlorhydrate de propamocarbe)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Pristine WG (boscalide + pyraclostrobine)	Oïdium (blanc)	Plantes à massif
Quintozene 75 WP (quintozène)	*Rhizoctonia, Sclerotinia*	Diverses espèces ornementales et plantes à bulbe (voir l'étiquette)
Regalia Maxx (extrait de *Reynoutria sachalinensis*)	Oïdium (blanc)	Plantes ornementales de serre et d'extérieur
Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide (*Bacillus subtilis*, souche QST 713)	Oïdium (blanc), *Botrytis*, taches foliaires	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Rootshield – poudre mouillable biofongicide, RootShield – granulés biofongicides (*Trichoderma harzianum*)	Maladies des racines causées par *Rhizoctonia, Pythium* et *Fusarium*	Plantes ornementales de serre
Rovral 50 WP, Rovral WDG (iprodione)	*Botrytis*, fonte des semis (*Rhizoctonia*)	Plantes ornementales
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	*Rhizoctonia, Fusarium,* oïdium (blanc), *Botrytis,* taches foliaires	Plantes ornementales de serre en pots
Soufre à vaporiser GroTek Ascend	Oïdium (blanc)	Plantes ornementales de serre
Subdue Maxx (métalaxyl)	*Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Taegro (*Bacillus sutbilis var. amyloliquefciens,* souche FZB24)	*Fusarium*	Cyclamens de serre
Torrent 400SC (cyazofamide)	*Pythium, Phytophthora,* mildiou (*Peronospora* spp.)	Plantes ornementales de serre
Truban 30 WP, Truban 25 EC (étridiazole)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes à massif, plantes vertes, plantes cultivées en pots et sur couches (voir l'étiquette)
ZeroTol (peroxyde d'hydrogène)	Maîtrise ou maîtrise partielle des algues et des maladies indiquées sur l'étiquette	Cultures ornementales de serre, surfaces des serres, matériel et systèmes d'irrigation

* L'homologation de Meltatox a été volontairement retirée par son titulaire. La vente de Meltatox au détail est interdite après le 31 décembre 2015, et son utilisation par les producteurs est interdite après le 31 décembre 2016.

Autres pesticides		
Nom commercial (matière active)	**Ravageurs**	**Cultures**
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes ornementales cultivées en serre et à l'extérieur, plants de pépinière

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Aleurodes	Beleaf	9C	20 g/100 L	Pour le traitement des plantes ornementales de serre (y compris les fleurs coupées) par pulvérisation foliaire. Ne pas appliquer plus de deux fois par cycle cultural pour lutter contre les aleurodes.
	Distance	7C	45 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Kontos	23	13-26 mL/100 L (application foliaire) 2,5-5,0 mL/100 L de substrat (bassinage)	Ce produit est homologué pour la lutte contre les aleurodes dans les cultures ornementales de serres sous forme de pulvérisation foliaire ou par bassinage. Ne pas dépasser un traitement par cycle cultural pour les fleurs coupées et 2 traitements par cycle cultural pour les autres cultures ornementales. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Forbid	23	30 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Intercept	4A	Bien lire l'étiquette	Sert à traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol. Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer la matière active, empêchant les plantes de l'assimiler.
	Tristar	4A	80-160 g (5-10 sachets hydrosolubles)	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dyno-Mite 75 W	21A	284-425 g (10-15 sachets PVA)	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Enstar EW	7A	80-240 mL/100 L	Utiliser la dose inférieure pour empêcher les populations d'atteindre les seuils de nuisibilité et la dose supérieure contre les populations plus nombreuses.
	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES Bio-Ceres G WP Bio-Ceres G WB	bio	250-500 g/400 L 0,5-1,0 L/400 L 2–4 g/L	Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. Ils sont compatibles avec des programmes de lutte biologique. Bio-Ceres réduit le nombre d'aleurodes dans les cultures ornementales de serre et est compatible avec les programmes de lutte biologique.
	NoFly	bio	2-3 g/L	Pour la lutte contre les aleurodes. Appliquer par forte humidité et lorsque la température est inférieure à 30 °C. Compatible avec *Encarsia*. Ne pas mélanger avec des fongicides
	Savons insecticides		20 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Endeavor	9B	10-20 g/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Permet la **maîtrise partielle** des aleurodes
	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25-1,75 L 1,0-1,5 kg 1,25-1,75 L 1,0 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	DDVP fumigène DDVP 20% EC	1B	1/300 m^3 6 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer le fumigène uniquement quand le feuillage est sec.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Aleurodes (suite)	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7-14 mL/100 m^2 (brumisation)	Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC Pro Dursban Gazon Lorsban 4E	1B	448 g (4 sachets hydrosolubles) 500 mL 500 mL 500 mL 500 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Malathion 25 W Malathion 85E Malathion 50 EC	1B	2,5-5,0 kg 7,5 mL du produit dans assez d'eau pour couvrir 100 m^2 (750 mL de prod./ha) 1,5 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.
	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	3A	26 mL/100 L 20 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Chenilles (y compris tordeuses, fausse-arpenteuse du chou, vers-gris, légionnaire, *Duponchelia*)	Confirm 240 F	18	1,0 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre contre légionnaires, vers-gris, ver de l'épi du maïs, phalène de la vigne, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses.
	Dipel 2X DF Dipel WP Thuricide HPC BioProtec CAF BioProtec 3P	11	250 g/400 L 1,25 kg 5 L 1,8 L 0,92 kg	Pour traiter : rosiers contre tordeuses; chrysanthèmes contre fausse-arpenteuse du chou; cultures ornementales de serre contre larves de *Duponchelia*. Pour traiter : rosiers contre tordeuses; chrysanthèmes contre fausse-arpenteuse du chou. Pour traiter : rosiers contre tordeuses; chrysanthèmes contre fausse-arpenteuse du chou. Pour traiter : rosiers contre tordeuses; chrysanthèmes contre fausse-arpenteuse du chou. Pour traiter : rosiers contre tordeuses; chrysanthèmes contre fausse-arpenteuse du chou; cultures ornementales de serre contre larves de *Duponchelia*.
	Pylon	13	30-50 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre en pot. Ne pas utiliser sur les cultures de fleurs coupées. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter : rosiers contre tordeuses; autres cultures ornementales indiquées sur l'étiquette contre légionnaires et noctuelle verdoyante. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Chenilles (y compris tordeuses, fausse-arpenteuse du chou, vers-gris, légionnaire, *Duponchelia*)	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7-14 mL/100 m^2 (brumisation)	Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
	Pounce 384 EC	3A	26 mL/100L	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette contre adultes de *Duponchelia*.
Cicadelles	Tristar 70 WSP	4A	80 g (5 sachets hydrosolubles)	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.
	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC Pro Dursban Gazon Lorsban 4E	1B	0,896 kg (8 sachets hydrosolubles) 1,0 L 1,0 L 1,0 L 1,0 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
Cochenilles	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC Pro Dursban Gazon Lorsban 4E	1B	1,792 kg (16 sachets hydrosolubles) 2,0 L 2,0 L 2,0 L 2,0 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Savons insecticides		20 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.
Cochenilles farineuses	DDVP fumigène	1B	1/300 m^3	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	Kontos	23	13-26 mL/100 L (application foliaire) 3,0 mL/100 L de substrat (bassinage)	Pour le traitement des cultures ornementales de serre par pulvérisation foliaire ou bassinage contre la cochenille de l'oranger. Ne pas dépasser un traitement par cycle cultural pour les fleurs coupées et 2 traitements par cycle cultural pour les autres cultures ornementales. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Malathion 25 W Malathion 85 E Malathion 50 EC	1B	2,5-5,0 kg 7,5 mL du produit dans assez d'eau pour couvrir 100 m^2 (750 mL de prod./ha) 1,5 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7-14 mL/100 m^2 (brumisation)	Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Cochenilles farineuses (suite)	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC Pro Dursban Gazon Lorsban 4E	1B	224 g (2 sachets hydrosolubles) 200 mL 200 mL 200 mL 200 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Enstar EW	7A	80-240 mL/100 L	Pour la **maîtrise partielle** des cochenilles farineuses. Utiliser la dose inférieure pour empêcher les populations d'atteindre les seuils de nuisibilité et la dose supérieure contre les fortes populations.
Mineuses	Avid 1,9 EC	6	600 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves des mineuses.
	Citation 75 WP	17	188 g	Pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves des mineuses.
	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	3A	26 mL/100 L 20 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Mouches des rivages	Citation 75 WP	17	133 g	Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
	Dimilin 25 WP	15	18-150 g	Pour traiter les cultures ornementales de serre, sauf le bégonia Rieger, l'hibiscus et le poinsettia. Appliquer par bassinage du sol pour traiter contre les larves.
Mouches des terreaux	Citation 75 WP	17	133 g	Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
	Dimilin 25 WP	15	18-150 g	Pour traiter les cultures ornementales de serre, sauf le bégonia Rieger, l'hibiscus et le poinsettia. Appliquer par bassinage du sol pour traiter contre les larves.
	Vectobac 600L	11	4-8 L	Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
Nématodes (traitement foliaire)	Pylon	13	41-78 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre en pot contre les nématodes. Ne pas utiliser sur les cultures de fleurs coupées. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
Pucerons (y compris le puceron du bulbe de la tulipe)	Beleaf 50SG	9C	30 g/100 L	Pour le traitement des plantes ornementales de serre (fleurs coupées) par pulvérisation foliaire. Ne pas appliquer plus d'une fois par cycle cultural pour lutter contre les pucerons.
	Intercept	4A	Bien lire l'étiquette	Sert à traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol. Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer la matière active, empêchant les plantes de l'assimiler.
	Kontos	23	2,5 mL/100 L de substrat (bassinage)	Pour le traitement des plantes ornementales de serre par bassinage. Ne pas dépasser un traitement par cycle cultural pour les fleurs coupées et 2 traitements par cycle cultural pour les autres cultures ornementales. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Pucerons (y compris le puceron du bulbe de la tulipe) (suite)	Tristar	4A	48 g (3 sachets hydrosolubles)	Pour le traitement des cultures ornementales de serre par pulvérisation foliaire.
	Endeavor	9B	10-20 g/100 L	Pour le traitement des cultures ornementales de serre par pulvérisation foliaire. Ne pas dépasser 2 applications par cycle cultural. Endeavor est compatible avec de nombreux agents de lutte biologique.
	Enstar EW	7A	80-240 mL/100 L	Utiliser la dose inférieure pour empêcher les populations d'atteindre les seuils de nuisibilité et la dose supérieure contre les fortes populations.
	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES Bio-Ceres G WP, Bio-Ceres G WB	bio	2–4 g/L	Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. BotaniGard est compatible avec des programmes de lutte biologique. Bio-Ceres réduit le nombre de pucerons dans les cultures ornementales de serre et est compatible avec les programmes de lutte biologique.
	Savons insecticides		20 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25-1,75 L 1,0-1,5 kg 1,25-1,75 L 1,0 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Voir la note au bas du tableau 10–1, p. 147, relativement à l'homologation de ces produits.
	DDVP fumigène DDVP 20% EC	1B	1/300 m^3 6 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer le fumigène uniquement quand le feuillage est sec.
	Malathion 25 W Malathion 85E Malathion 500 E	1B	2,5-5,0 kg 7,5 mL du produit dans assez d'eau pour couvrir 100 m^2 (750 mL de prod./ha) 1,5 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7-14 mL/100 m^2 (brumisation)	Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.
Scarabée japonais	Intercept 60 WP	4A	Bien lire l'étiquette	Pour traiter les plantes ornementales cultivées en contenants qui nécessitent un traitement avant l'expédition conformément à la directive D-96-15 de l'ACIA.
	Lorsban 4E Dursban T Dursban Gazon	1B	4,5 L	Pour traiter les plantes ornementales qui nécessitent un traitement avant l'expédition conformément à la directive D-96-15 de l'ACIA. Bien lire l'étiquette
Tarsonème du fraisier	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25-1,75 L 1,0-1,5 kg 1,25-1,75 L 1,0 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Voir la note au bas du tableau 10–1, p. 147, relativement à l'homologation de ces produits.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Tétranyque à deux points	Shuttle 15 SC	20B	0,21-0,46 L/500 L	Pour traiter les cultures de serre autres que les cultures de fleurs coupées.
	Floramite SC	25	133 mL/400 L	Produit à utiliser sur les cultures ornementales de serre pour maîtriser les tétranyques, y compris le tétranyque de Lewis.
	Dyno-Mite 75 W	21A	142-284 g (5-10 sachets PVA)	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Vendex 50 W	12B	50-100 g/100 L	S'abstenir de pulvériser ce produit quand les plants sont soumis à un stress (p. ex., plants nouvellement repiqués) ou quand les températures dépassent 32 °C.
	Avid 1,9 EC	6	300 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Forbid 240 SC	23	30 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Kontos	23	13 mL/100 L (application foliaire) 5-10 mL/100 L de substrat (bassinage)	Ce produit est homologué pour la lutte contre les tétranyques dans les cultures ornementales de serres sous forme de pulvérisation foliaire ou par bassinage. Ne pas dépasser un traitement par cycle cultural pour les fleurs coupées et 2 traitements par cycle cultural pour les autres cultures ornementales. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Pylon	13	20-41 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre en pot contre le tétranyque à deux points. Ne pas utiliser sur les cultures de fleurs coupées. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	DDVP fumigène	1B	1/300 m^3	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	Savons insecticides		20 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Malathion 25 W Malathion 85E Malathion 50 EC	1B	2,5-5,0 kg 7,5 mL du produit dans assez d'eau pour couvrir 100 m^2 (750 mL de prod./ha) 1,5 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7-14 mL/100 m^2 (brumisation)	Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
Thrips	Beleaf 50SG	9C	30 g/100 L	Pour le traitement des plantes ornementales de serre (y compris les fleurs coupées) par pulvérisation foliaire. Ne pas appliquer plus d'une fois par cycle cultural pour lutter contre les thrips.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Thrips (suite)	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES Bio-Ceres G WP, Bio-Ceres G WB	Biologique	250-500 g/400 L 0,5-1,0 L 2-4 g/L	Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. Ils sont compatibles avec des programmes de lutte biologique. Bio-Ceres réduit le nombre de thrips dans les cultures ornementales de serre et est compatible avec les programmes de lutte biologique.
	No Fly	Biologique	2-3 g/L	Appliquer en pulvérisation foliaire sur les cultures ornementales de serre
	Kontos	23	13-26 mL/100 L (application foliaire) 5-10 mL/100 L de substrat (bassinage)	En pulvérisation foliaire, n'est homologué que pour la **maîtrise partielle** des thrips des petits fruits. Sous forme de bassinage, est homologué pour la **maîtrise** du ravageur. Ne pas dépasser un traitement par cycle cultural pour les fleurs coupées et 2 traitements par cycle cultural pour les autres cultures ornementales. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	DDVP fumigène	1B	1/300 m^3	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	Pylon	13	78-156 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre en pot contre les thrips des petits fruits. Ne pas utiliser sur les cultures de fleurs coupées. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Success 480 SC	5	50 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Des cas de résistance à ce produit ont été signalés chez les thrips des petits fruits.
	Met52	Biologique	1.5 kg/m^3 de substrat	Pour traiter les cultures ornementales de serre cultivées en pots. Appliquer les granulés et bien mélanger au substrat humide avant le repiquage.
	Malathion 25 W Malathion 85E Malathion 50 EC	1B	2,5-5,0 kg 7,5 mL du produit dans assez d'eau pour couvrir 100 m^2 (750 mL de prod./ha) 1,5 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC Pro Dursban Gazon Lorsban 4E	1B	448 g (4 sachets hydrosolubles) 500 mL 500 mL 500 mL 500 mL	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	DeltaGard SC	3A	0,35-0,5 L	Pour traiter les chrysanthèmes, cinéraires, lis de Pâques et géraniums.
	Orthene 75 SP	1B	637 g de m.a. (= 850 g de prod.)	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. L'étiquette indique la dose de matière active. La dose équivalente du produit est indiquée dans la colonne ci-contre.

* Voir le tableau 8–5, *Groupes d'insecticides constitués en fonction du site ou du mode d'action,* p. 123.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Botrytis	Decree 50 WDG	17	1,12 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre à l'aide de matériel de pulvérisation à volume élevé ou à bas volume à raison de 1,12 kg/ha.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 L 1,5 kg	Pour traiter les diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes indiquées sur l'étiquette.
	Rovral 50 WP	2	1,0 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Botran 75 WP	14	925 g 1,75 kg	Dose destinée à traiter les rosiers, géraniums et chrysanthèmes par pulvérisation foliaire. Dose destinée au traitement des rosiers et des hortensias. Appliquer avant de déterrer les plants pour l'expédition ou l'entreposage; traiter les plants entreposés par trempage ou par pulvérisation.
	Compass 50 WG	11	7,5-30 g/100 L	Procure une **maîtrise partielle** des infections à *Botrytis* dans les cultures ornementales de serre, dont celles du géranium, de l'hosta et du poinsettia.
	Senator 70 WP	1	650-850 g	Pour traiter les plantes ornementales de serre cultivées en contenants.
	Maestro 80 DF Supra-Captan 80 WDG	M4	1,2-1,5 kg 1,2-1,5 kg	Pour traiter les cultures ornementales indiquées sur l'étiquette. Bien lire l'étiquette.
	Phyton 27	M1	100-250 mL/100 L (pulvérisation foliaire) 0,2-1,0 mL/L (trempage des fleurs coupées)	Dose destinée au traitement des cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. Dose destinée au traitement par trempage des fleurs coupées après la cueillette (voir l'étiquette).
Produits microbiens biorationnels	PreStop	NC	100-200 g/20 L	Mélanger et appliquer selon le mode d'emploi pour traiter des cultures ornementales de serre. Ce produit procure une **maîtrise partielle** de la maladie.
	Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide	44	1-2 L/100 L	Procurent une **maîtrise partielle** de la maladie chez les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Erwinia	Phyton 27	M1	150-250 mL/100 L	Pour le trempage des boutures de poinsettia.
Fusarium	Senator 70 WP	1	650-850 g	Pour traiter les plantes ornementales de serre cultivées en contenants.
	ZeroTol	NC	10 mL/L	Procure une maîtrise des taches foliaires causées par *Fusarium* sur les dracaenas.
Produits microbiens biorationnels	Mycostop	NC	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses	Produit employé comme traitement des semences ou traitement par bassinage du sol ou pulvérisation foliaire pour une **maîtrise partielle** de *Fusarium* dans les cultures ornementales de serre. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	Rootshield – poudre mouillable biofongicide Rootshield – granulés biofongicides	NC	30-45 g/100 L 600-750 g/m^3	Appliquer au mélange d'empotage ou par bassinage du sol pour une **maîtrise partielle** de la maladie dans les cultures ornementales de serre. Incorporer cette dose au substrat pour une **maîtrise partielle** de *Fusarium* dans les cultures ornementales de serre. Bien lire l'étiquette.
	Actinovate SP	NC	500 g	Pour la **maîtrise partielle** de *Fusarium* dans les cultures de cyclamen. Appliquer par bassinage du sol en commençant au début de la culture, et répéter toutes les 4-12 semaines.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Fusarium (suite)	BioTak	44	400 g/100 L appliqués sur 175 m³ de substrat	Appliquer sur le substrat pour une **maîtrise partielle** de la maladie.
Mildiou	Acrobat 50 WP	40	48 g/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre. Ne pas appliquer sur des cultures de fleurs coupées pratiquées en serre.
	Torrent 400SC	21	164-273 mL	Employer en pulvérisation foliaire pour la maîtrise des mildious causés par *Peronospora* spp. chez les cultures ornementales en serre.
	Micora, Revus Revus	40	400-600 mL/ha 583 mL/ha	Employer sur les plantes à massif pour la maîtrise du mildew (*Bremia lactucae*) et de la moisissure bleue (*Peronospora effusa*) dans les cultures de laitue. Employer pour la maîtrise du mildiou sur le basilic de serre
Oïdium (blanc)	Nova 40 W	3	340 g	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. À noter que l'utilisation de Nova peut avoir un certain effet régulateur de croissance chez les plants traités.
	Pristine WG	7/11	73,5-120 g/100 L	Pour traiter les plantes à massif cultivées en serre. Ne pas appliquer sur des cultures de fleurs coupées.
	Compass 50 WG	11	7,5-20 g/100 L	Procure une maîtrise ou une **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Soufre à vaporiser GroTek Ascend	M2	0,4-32 g de soufre/application (1 vaporisateur/ 100-1 000 m², 1-8 heures/nuit, 2-7 nuits/semaine, selon les cultures et autres variables précisées sur l'étiquette)	Pour traiter les cultures ornementales de serre. À noter que le soufre peut nuire aux programmes de lutte biologique.
	Phyton 27	M1	125-250 mL/100 L	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Senator	1	500-850 g	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses applicables aux différentes cultures.
	Meltatox 40 EC	5	2,5 L	Pour traiter uniquement les rosiers cultivés en contenants. Ne pas utiliser sur les rosiers cultivés pour la production de fleurs coupées. Voir la note au bas du tableau 10–1, p. 148, relativement à l'homologation de ce produit.
Produits microbiens biorationnels	Actinovate SP	NC	500 g/1 100 L 500 g/1 000 L	Appliquer au moment du repiquage pour la **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures de gerbera. Bien lire l'étiquette. Employer en pulvérisation foliaire pour la **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures de verveine. Traiter lorsque les conditions sont propices à l'apparition de la maladie et répéter tous les 7-14 jours.
	MilStop	NC	2,8-5,6 kg/ha	Procure une maîtrise ou une **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures ornementales de serre et une **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures de plantes à massif pratiquées à l'extérieur.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Oïdium (blanc) Produits microbiens biorationnels (suite)	Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide	44	1-2 L/100L	Procurent une **maîtrise partielle** du blanc dans les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Cyclone	NC	dilution de 1,5-2,5 % dans l'eau (1,5-2,5 L/100 L)	Procure une **maîtrise partielle** du blanc sur les rosiers de serre.
	Regalia Maxx	P	500-1 000 mL/400 L	Procure une **maîtrise partielle** du blanc sur les cultures ornementales pratiquées en serre et à l'extérieur.
Pourritures des racines et du collet causées par *Pythium* et *Phytophthora*	Torrent 400SC	21	117–234 mL 234–468 mL 234–468 mL	Employer cette dose par bassinage pour la maîtrise de *Pythium* dans les cultures ornementales de serre. Voir sur l'étiquette les volumes d'application pour les cultures en contenants. Utiliser cette dose pour les traitements par bassinage pour la maîtrise des pourritures des racines et du collet causées par *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre. Voir sur l'étiquette les volumes d'application pour les cultures en contenants. Utiliser cette dose pour les pulvérisations foliaires pour la maîtrise des taches foliaires causées par *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre.
	Previcur N	28	1,5 mL/L	Pour traiter les cultures ornementales de serre contre *Pythium,* appliquer par bassinage du sol à raison de 100 mL/pot de 10 cm. Contre *Phytophthora,* appliquer 4,9 L de solution mélangée/m^2 de surface. Veiller à ne pas mouiller le feuillage.
	Subdue Maxx	4	5 mL/m^3 24-40 mL	Incorporer cette dose au substrat au moment du semis et au repiquage. Traiter les plantes à massif indiquées sur l'étiquette en appliquant cette dose par bassinage du sol. La dose supérieure peut être utilisée sur les cultures de gloxinia, mais elle peut donner lieu à des réactions de phytotoxicité.
	Truban 25 EC Truban 30 WP	14	90-115 mL/380 L 115-240 mL 150-225 g/600 L 225-900 g/1 200 L 55-110 g/m^3	Dose à mélanger à 380 L d'eau/75 m^2 de surface pour le traitement par bassinage du sol des plantes à massif. Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes vertes et des plantes en contenants indiquées sur l'étiquette. Dose pour le traitement des plantes à massif par bassinage du sol. Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes vertes et des plantes en contenants indiquées sur l'étiquette. Dose à incorporer au substrat sec.
	Aliette T&O	33	2,8 kg 360 g/380 L	Dose pour le traitement foliaire des cultures ornementales de serre. Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes à massif. D'une grande efficacité contre *Phytophthora*.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Pourritures des racines et du collet causées par *Pythium* et *Phytophthora*	Micora, Revus	40	400-600 mL/ha	Pour les plantes à massif pour la maîtrise du mildiou (*Phytophthora infestans*) dans les cultures de tomate.
	Zerotol	NC	10 ml/L	Employer par bassinage du sol pour la **maîtrise partielle** de la pourriture des racines et du collet causée par *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre.
	Folpan 50 WP Folpan 80 WDG	M4	2,0-2,25 kg 1,25-1,4 kg	Appliquer au moment de la mise en terre pour maîtriser *Pythium* dans les poinsettias.
Produits microbiens biorationnels	Rootshield – poudre mouillable biofongicide Rootshield – granulés biofongicides	NC	30-45 g/100 L 600-750 g/m³	Appliquer au mélange d'empotage ou par bassinage du sol pour une **maîtrise partielle** de *Pythium*. Incorporer cette dose au substrat pour une **maîtrise partielle** de *Pythium* dans les cultures ornementales de serre. Bien lire l'étiquette.
	PreStop	NC	100-200 g/20 L	Pour une **maîtrise partielle** de *Pythium,* appliquer selon le mode d'emploi au substrat ou par bassinage du sol. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	Biofongicide Mycostop	NC	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses	Produit employé comme traitement des semences ou traitement par bassinage du sol ou pulvérisation foliaire pour une **maîtrise partielle** de *Pythium* et de *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide	44	1-2 L/100 L	Appliquer par bassinage du sol pour une **maîtrise partielle** de *Pythium* et de *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre.
	BioTak	44	400 g/100 L appliqués sur 175 m³ de substrat	Appliquer sur le substrat pour une **maîtrise partielle** de *Pythium*.
	Phostrol	33	2,9-5,8 L 1,2-5,6 l	Utiliser cette dose en pulvérisation foliaire pour une **maîtrise partielle** de *Phytophthora* sur les cultures ornementales de serre. Utiliser cette dose par bassinage, appliquer 10 L de solution par mètre carré pour une **maîtrise partielle** de *Phytophthora* sur les cultures ornementales de serre.
	Actinovate SP	NC	500 g	Pour une **maîtrise partielle** de *Pythium* dans les cultures de pétunias.
Pourritures des racines et des tiges causées par *Rhizoctonia*	Compass 50 WG	11	3,8 g/100 L	Traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol au moment du semis, de l'enracinement des boutures ou du repiquage pour maîtriser *Rhizoctonia*.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Pourritures des racines et des tiges causées par *Rhizoctonia*	Rovral - poudre mouillable Rovral WDG	2	2 g dans 5 L/m^2 traitement par bassinage	Appliquer pour maîtriser la fonte des semis causée par *Rhizoctonia*.
	Senator 70 WP	1	650-850 g	Appliquer par bassinage du sol ou par pulvérisation dirigée vers le substrat pour traiter les plantes ornementales de serre cultivées en contenants.
	Maestro 80 DF, Supra-Captan 80 WDG	M4	3-6 g/L 1,25 kg 3,75-9,5 kg	Dose pour trempage des boutures dans les cultures indiquées sur l'étiquette. Dose pour traitement par bassinage du sol des planches de culture. Dose pour trempage des bulbes dans les cultures indiquées sur l'étiquette.
	ZeroTol	NC	10 mL/L	Maîtrise la brûlure des parties aériennes (*Rhizoctonia* spp.) sur les plantes à massif, y compris les fougères de Boston.
	PreStop	NC	100-200 g/20 L	Appliquer ce produit selon le mode d'emploi en l'incorporant au substrat ou par bassinage du sol. Procure une **maîtrise partielle** de *Rhizoctonia*. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
Produits microbiens biorationnels	Rootshield – poudre mouillable biofongicide Rootshield – granulés biofongicides	NC	30-45 g/100 L 60 g/L (trempage des bulbes) 600-750 g/m^3	Dose pour mélange d'empotage ou traitement par bassinage du sol procurant une **maîtrise partielle** de *Rhizoctonia* dans les cultures ornementales de serre. Dose pour trempage des bulbes. Dose à incorporer au substrat pour une **maîtrise partielle** de *Rhizoctonia* dans les cultures ornementales de serre. Bien lire l'étiquette.
	Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide	44	1-2 L/100 L	Appliquer par bassinage du sol pour une **maîtrise partielle** de *Rhizoctonia* dans les cultures ornementales de serre.
	BioTak	44	400 g/100 L appliqués sur 175 m^3 de substrat	Appliquer sur le mélange d'empotage pour une **maîtrise partielle** de la maladie.
	Actinovate SP	NC	500 g	Appliquer par bassinage du sol pour une **maîtrise partielle** de la pourriture des racines et du collet causée par *Rhizoctonia*. Traiter la culture le plus tôt possible et répéter le traitement toutes les 4-12 semaines selon la pression exercée par la maladie.
Rouille	Nova 40 W	3	250-540 g	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. À noter que l'utilisation de Nova peut avoir un certain effet régulateur de croissance chez les plants traités.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 kg 1,5 kg	Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Sclerotinia	Quintozene 75%	14	1 kg dans suffisamment d'eau pour produire 10 L de solution	Utiliser ce produit comme solution de trempage contre la pourriture sclérotique dans l'iris bulbeux, la jacinthe, le narcisse, la tulipe, le crocus et la fleur de mai. Tremper les bulbes dans la solution pendant 5 minutes.
	Contans WG	NC	4 kg/ha	Pour maîtriser la pourriture sclérotique dans les fleurs coupées qui sont cultivées en serre dans les planches de culture à travée unique, dont le chrysanthème, la sauge, le muflier, le dahlia, le delphinium, zinnia, le lis, la célosie et le lisianthus. Suivre rigoureusement les instructions sur l'étiquette.

Tableau 10–2. Pesticides homologués, par ennemi combattu

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Taches foliaires bactériennes	Phyton 27	M1	10 mL/L	Employer en pulvérisation foliaire pour la **maîtrise partielle** de la tache foliaire causée par *Pseudomonas* sur les cultures ornementales de serre et la **maîtrise partielle** de la tache foliaire causée par *Xanthomonas* sur les plantes de massif y compris le lierre.
Taches foliaires (dont *Alternaria,* anthracnose, a*scochyta du chrysanthème, Cercospora, Septoria,* tache noire du rosier)	Maestro 80 DF Supra Captan 80 WDG	M4	1,2-1,5 kg 1,2-1,5 kg	Bien lire l'étiquette pour la liste des cultures et des maladies.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 L 1,5 kg	Bien lire l'étiquette pour la liste des cultures et des maladies.
	Senator 70 WP	1	500-850 g	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses applicables aux différentes cultures.
	ZeroTol	NC	10 mL/L	Procure une **maîtrise partielle** des taches foliaires causées par *Alternaria* sur les plantes à massif et le schefflera.
	Folpan 80 WDG	M4	1,25 kg	Pour traiter les œillets, tagètes, zinnias, chrysanthèmes, iris et mufliers contre les taches foliaires indiquées sur l'étiquette.
Produits microbiens biorationnels	Rhapsody ASO, Cease – agent biologique fongicide	44	1,0-2,0 L	Pour la **maîtrise partielle** des maladies dans les cultures indiquées sur l'étiquette. Bien lire l'étiquette.

*Voir le tableau 8–6, *Groupes de fongicides constitués en fonction du site ou du mode d'action,* p. 124.
NC = Non classé

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot)

La LI dans les cultures extérieures de fleurs et de plantes d'ornement fait appel aux mêmes principes que la LI dans les cultures en serre. Elle comporte toutefois des différences. Elle comporte toutefois des différences.

Le dépistage demeure la pierre angulaire du programme de LI, mais, à l'extérieur, le recours aux plaquettes collantes jaunes perd de son efficacité pour surveiller les populations d'insectes, à cause de la poussière et des débris soulevés par le vent qui viennent s'y accumuler. L'inspection régulière des cultures devient donc indispensable pour détecter précocement tout début de problème. Comme chez les espèces cultivées en serre, la sensibilité aux maladies et aux insectes varie considérablement selon les espèces et les cultivars. Une fois ces différences connues, on peut faire des inspections beaucoup plus efficaces en ciblant les cultures chez lesquelles le risque d'attaque par des ravageurs ou des maladies est le plus élevé.

En production de plein air, on est impuissant devant les conditions météorologiques. Or, le risque de voir apparaître des foyers de maladies croît lorsqu'un temps humide et frais persiste. Des infestations d'insectes nuisibles peuvent se déclarer soudainement, de façon imprévue, si des vents forts apportent dans la culture des insectes venus d'ailleurs. Cela étant dit, jamais les ravageurs ne trouveront en plein air des conditions aussi parfaites pour leur développement que dans une serre. La variabilité des conditions météorologiques, par exemple la pluie et des nuits fraîches ou froides, peut ralentir leur développement, ce qui n'arrive pas dans une serre.

Les options offertes par la lutte biologique dans l'espace clos d'une serre ne sont pas toujours applicables aux cultures extérieures. Par exemple, dehors, rien n'oblige les insectes volants tels que les guêpes parasites à limiter leur activité à la culture dans laquelle ils sont lâchés. Il est possible que les acariens prédateurs (qui ne volent pas) soient d'une certaine utilité, mais jusqu'ici peu d'expériences ont été menées à l'extérieur à leur sujet bien qu'ils soient de plus en plus employés.

L'emploi de pesticides en plein air suppose également des raisonnements différents. Les produits homologués pour usage sur les plantes d'ornement en serre ne sont pas forcément homologués sur ces mêmes espèces quand elles sont cultivées en plein air. Pour plus d'information, voir le tableau 11-1, *Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada,* p. 164, le tableau 11-2, *Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada,* p. 165 et le tableau 11-3, *Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada,* p. 166. Il faut se préoccuper de la dérive possible des embruns de pesticides vers des zones non ciblées, tenir compte de la proximité des cours d'eau et étangs, et éviter d'intoxiquer des organismes non ciblés, comme les abeilles mellifères.

Tableau 11–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (voir les doses sur l'étiquette)

Insecticides	Ravageurs	Cultures
Cygon 480, Lagon 480 (diméthoate)	Divers insectes nuisibles, dont acariens, aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, pucerons, thrips (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Dibrom (naled)	Pucerons, cicadelles, tétranyques, autres ennemis mentionnés sur l'étiquette	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Dipel WP, Dipel 2X DF (*Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki*)	Chenilles mentionnées sur l'étiquette	Arbres d'ombre et d'ornement
Dursban WSP, Dursban T, Pyrate 480 EC, Pro Dursban Gazon, Lorsban 4E (chlorpyrifos)	Divers insectes nuisibles, dont le scarabée japonais (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Dyno-Mite (pyridabène)	Divers acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Endeavor 50 WG (pymétrozine)	Pucerons	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Floramite SC	Tétranyque à deux points	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Forbid 240 EC (spiromésifène)	Tétranyque à deux points, tarsonème trapu, aleurode	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Imidan 50 WP (phosmet)	Arpenteuse de l'orme, spongieuse, scarabée japonais	Plantes herbacées cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Savon insecticide (sels de potassium d'acides gras)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Intercept 60 WP (imidaclopride)	Hanneton européen, scarabée japonais	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Shuttle 15 SC (acéquinocyl)	Tétranyques	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Kontos (spirotétramate)	Aleurodes, thrips des petits fruits, puceron vert du pêcher, cochenille de l'oranger, cochenille du fusain, tétranyques	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (sauf les conifères)
Landscape oil (huile minérale)	Aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, tétranyques	Cultures d'ornement indiquées sur l'étiquette
Malathion 500E, Malathion 25W, Malathion 85E (malathion)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement; fleurs, arbustes et arbres
Met52 (*Metarhizium anisopliae*, souche F52)	Otiorhynque de la vigne, charançon de la racine du fraisier	Plantes ornementales cultivées en contenants
Orthene (acéphate)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur, arbustes, arbres, rosiers
Scimitar CS (lambda-cyhalothrine)	Otiorhynque de la vigne	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Sevin SL, Chipco Sevin T&O, Chipco Sevin RP2 (carbaryl)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Success 480 SC (spinosad)	Thrips et autres insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
*Thiodan 50 WP, Thiodan 4 EC, Thionex 50 W, Thionex EC (endosulfan)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement et à fleurs
Vendex 50W	Tétranyques	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur

* L'homologation de l'endosulfan est en cours d'élimination progressive. Les titulaires d'homologations doivent cesser de produire et de vendre des produits renfermant de l'endosulfan avant le 31 décembre 2014. Il est interdit à toute autre personne de vendre des produits renfermant de l'endosulfan après le 31 décembre 2015 et il est interdit aux producteurs d'en utiliser après le 31 décembre 2016.

Tableau 11–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (voir les doses sur l'étiquette)

Fongicides	Maladies	Cultures
Acrobat 50 WP	Mildiou (maîtrise) *Phytophthora ramorum* (**maîtrise partielle**)	Cultures d'ornement cultivées à l'extérieur
Actinovate SP (*Streptomyces lydicus*, souche WYEC 108)	Blanc (*Sphaerotheca macularis*)	**Maîtrise partielle** de la maladie sur la gerbera cultivée en plein champ
Aliette (fosétyl-Al)	Encre des chênes rouges (*Phytophthora ramorum*)	Pour une **maîtrise partielle** de la maladie
Banner Maxx (propiconazole)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Botran 75 W (dichloran)	*Botrytis*	Rosiers, hortensias (cultivés à l'extérieur)
Captan 50 WP, Captan 80 WDG, Maestro 80 DF, Supra Captan 80 WDG (captane)	Maladies foliaires, fonte des semis, pourriture des bulbles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	Maîtrise ou **maîtrise partielle** (voir l'étiquette) du blanc, de la tavelure, de la rouille et des infections à *Botrytis* et à *Rhizoctonia*	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Confine (sels mono et dipotassiques d'acide phosphoreux)	Pourriture de la racine et brûlure des feuilles causées par *Phytophthora* Mildiou (*Peronospora lamii*)	Pour la **maîtrise partielle** de la maladie sur les plantes de massif cultivées à l'extérieur
Contans WG (*Coniothyrium minitans*)	Maîtrise ou **maîtrise partielle** des infections à *Sclerotinia* (voir l'étiquette)	Fleurs coupées cultivées à l'extérieur
Daconil 2787, Daconil Ultrex (chlorthalonil)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Dithane DG, Dithane M-45 (mancozèbe)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)
Folpan 50 WP, Folpan 80 WDG (folpet)	Diverses maladies foliaires et pourritures des racines et des tiges (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Funginex 190 EC (triforine)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Heritage (azoxystrobine)	Rouille de l'hémérocalle	Hémérocalles
*Meltatox	Blanc	Rosiers (autres que pour la production de fleurs coupées)
Milstop (bicarbonate de potassium)	Blanc	Procure une **maîtrise partielle** de la maladie sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouilles, blanc, taches foliaires (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Phostrol (phosphites monobasiques et dibasiques de sodium, de potassium et d'ammonium)	*Phytophthora*	Pour une **maîtrise partielle** de la maladie dans les plantes de massif cultivées à l'extérieur, les plantes en pots et les cultures de production de fleurs coupées.
Presidio (fluopicolide)	Mildiou, infections des racines et du collet causées par Phytophthora	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (en plein champ et en contenants), plantes à massif, fleurs coupées
Previcur N (chlorhydrate de propamocarbe)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Regalia Maxx (extrait de *Reynoutria sachalinensis*)	Blanc	Pour la **maîtrise partielle** de la maladie sur les plantes ornementales cultivées à l'extérieur
Rhapsody ASO, Cease - agent biologique fongicide (*Bacillus subtilis*)	Blanc, des taches foliaires et des infections à *Botrytis, Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora*	Pour la **maîtrise partielle** de la maladie sur diverses plantes ornementales cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
RootShield (*Trichoderma harzianum*)	*Botrytis* et maladies des racines	**Maîtrise partielle** de la maladie sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur.
Rovral, Rovral WDG (iprodione)	*Botrytis*, *Rhizoctonia*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur

Fongicides	Maladies	Cultures
Subdue Maxx (métalaxyl)	*Pythium, Phytophthora* **Maîtrise partielle** de *Phytophthora ramorum*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Switch 62.5 WG	Blanc	**Maîtrise partielle** de la maladie sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (sauf les rosiers)
Tivano (acide citrique/acide lactique comme produits de fermentation de *Lactobacillus casei,* souche LPT-111)	Blanc et tache noire	**Maîtrise partielle** de la maladie sur les rosiers cultivés à l'extérieur
Torrent 400SC (cyazofamide)	*Pythium, Phytophthora,* mildiou (*Peronospora* spp.)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
ZeroTol (peroxyde d'hydrogène)	Maîtrise ou **maîtrise partielle** de différentes maladies fongiques et bactériennes (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur

* Le titulaire a volontairement retiré l'homologation de Meltatox. Il est interdit aux détaillants de vendre du Meltatox après le 31 décembre 2015 et aux producteurs de s'en servir après le 31 décembre 2016.

Tableau 11–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Pesticides	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes d'ornement
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur, plants de pépinière

Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales d'extérieur

L'autre différence de taille entre la production de fleurs et de cultures d'ornement en serre et à l'extérieur a trait à la lutte contre les mauvaises herbes. Les herbicides jouent un rôle beaucoup plus important dans les cultures pratiquées à l'extérieur que dans les cultures de serre.

Le succès d'un programme de lutte contre les mauvaises herbes passe par l'intégration des pratiques de lutte culturale et des pratiques de lutte chimique. Il est impossible de compter uniquement sur le désherbage chimique quand on cultive des fleurs en champ, à cause de la gamme restreinte des herbicides qui sont homologués pour ce type de cultures. On peut mettre en œuvre plusieurs moyens pour se prémunir contre les mauvaises herbes :

Choisir un terrain aussi propre que possible au départ

Choisir des champs où la pression exercée par les mauvaises herbes est faible. Les mauvaises herbes tenaces telles que des annuelles comme l'amarante, l'herbe à poux et le chénopode, ainsi que les vivaces compliquent les programmes de lutte contre les mauvaises herbes. Consulter la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes,* pour connaître les stratégies de lutte applicables aux mauvaises herbes difficiles à combattre.

Pratiquer une rotation avec des cultures « nettoyantes » qui réduisent les populations d'adventices. Par exemple, un blé d'automne semé l'année précédant la culture des fleurs rompt le cycle biologique des mauvaises herbes annuelles et permet d'employer des phytohormones (comme le 2,4-D) pour tuer les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges).

Cultiver des espèces sur lesquelles de nombreux herbicides différents peuvent être utilisés. Opter par exemple pour le maïs dans lequel l'usage d'herbicides permet de réduire le degré d'infestation avant de cultiver des fleurs. Éviter les herbicides rémanents qui peuvent compromettre le développement des cultures florales à venir.

Préparer le terrain

Identifier les mauvaises herbes. Repérer les adventices qui posent souvent problème dans les cultures florales d'extérieur : les espèces vivaces comme le chiendent, le liseron, la vesce, la vigne sauvage, la morelle vivace, le chardon, le lierre terrestre, l'épilobe et la bardane; les espèces bisannuelles comme le pissenlit, la carotte sauvage et l'armoise. Les mauvaises herbes annuelles d'hiver comme les laiterons, les vergerettes, les moutardes, les lépidies, la bourse-à-pasteur et la sagesse-des-chirurgiens peuvent également causer des problèmes parce qu'elles s'établissent à l'automne.

Éradiquer les mauvaises herbes vivaces et bisannuelles. Il est important d'identifier ces adventices tenaces et de les éliminer durant l'année qui précède la culture des fleurs, parce qu'elles sont très difficiles à combattre une fois le champ en culture. Appliquer des herbicides systémiques comme le glyphosate (p. ex., Roundup) contre les mauvaises herbes vivaces durant l'année précédente. Utiliser la dose d'herbicide voulue pour tuer chaque espèce (soulignons que les doses indiquées sur l'étiquette sont plus élevées pour combattre des mauvaises herbes vivaces) et l'appliquer quand l'espèce est au stade de croissance où elle est le plus sensible. Pour appliquer du glyphosate, utiliser un pulvérisateur réservé à cet usage pour réduire le risque d'endommager les cultures. Des sarclages répétés sont également efficaces contre certaines plantes adventices vivaces (comme le liseron); par contre, il faut éviter que les sarcleuses n'entraînent les mauvaises herbes vers des zones propres du champ.

Semer un engrais vert. La culture d'une plante couvre-sol, telle que céréale, ray-grass vivace, millet à chandelle et hybride sorgho-soudan, l'année précédant la culture des fleurs, présente le double avantage d'étouffer les mauvaises herbes et d'améliorer la structure du sol. Pour désherber une culture d'engrais vert, les traitements herbicides doivent se faire à des moments clés : avant le semis (herbicides non sélectifs, p. ex., glyphosate ou paraquat); peu après l'établissement (herbicides à faible rémanence, p. ex., le 2,4-D, le bromoxynil, le dicamba); avant l'enfouissement. Éviter d'utiliser des herbicides qui laissent dans le sol des résidus qui agiront encore la saison de végétation suivante (p. ex., atrazine, simazine, diuron).

Éviter les mauvaises herbes durant les années de culture

Pratiquer la technique du lit de semence rassis. Cette technique est utile pour les cultures semées ou plantées tard au printemps. Sarcler le champ le plus tôt possible (avril ou début mai) pour stimuler la germination des mauvaises herbes. Juste avant le semis ou la plantation, tuer les mauvaises herbes levées au moyen d'un herbicide (p. ex., glyphosate, paraquat), du flambage ou d'un traitement à la vapeur. Semer ou planter directement sans travailler le sol pour éviter de ramener à la surface de nouvelles graines de mauvaises herbes. Dans une culture semée, on peut faire au besoin un deuxième traitement herbicide (en prenant toutes les précautions nécessaires) juste avant qu'elle ne lève. Une plaque de verre déposée sur un sol fraîchement travaillé encourage la germination des mauvaises herbes et indique le moment où le second traitement herbicide peut être fait sans danger avant la levée de la culture.

Entretenir le sol entre les rangs de culture. Les intervalles entre les rangs de culture peuvent être désherbés par des sarclages, mais cela appauvrit le sol en matière organique. Au lieu de sarcler, on peut semer du gazon dans les interlignes pour empêcher les mauvaises herbes de s'y installer. Choisir un mélange de graminées peu exigeantes et tolérant la sécheresse, comme la fétuque rouge traçante ou le ray-grass vivace. Des tontes périodiques effectuées à temps peuvent empêcher les graminées de disséminer leurs graines dans la culture. L'engazonnement des entre-rangs oblige à faire davantage d'arrosages et/ou à augmenter la fertilisation azotée.

Empêcher les mauvaises herbes de monter à graines. Détruire les mauvaises herbes dans les bordures de champ et dans les zones voisines avant qu'elles ne montent à graines. Éliminer autant que possible les échappées de traitements qui poussent dans les cultures, par sarclage ou par brûlage chimique, avant qu'elles ne montent à graines. Des tontes régulières empêcheront les mauvaises herbes de fleurir. Prêter attention aux mauvaises herbes ramifiées à la base qui peuvent produire des fleurs assez basses pour échapper aux lames de la tondeuse; les arracher à la main.

Utiliser plusieurs outils de désherbage

Sarclage. En règle générale, le sarclage le plus efficace est celui qui est pratiqué quand les mauvaises herbes sont jeunes et que le sol se ressuie. Selon les mauvaises herbes à détruire, différents outils de sarclage sont efficaces à des moments différents. Les houes rotatives, les cultivateurs à dents rigides, les cages roulantes, les pulvériseurs rotatifs, les herses-étrilles et les cultivateurs à organes réglables passant entre les plants peuvent être efficaces dans les cultures florales. On peut obtenir un désherbage rapide et efficace en faisant de fréquents binages à la main quand les mauvaises herbes sont très jeunes.

Buttage. Le buttage régulier de certaines cultures en ligne comme le glaïeul est doublement utile parce qu'il soutient la base des plantes et détruit les mauvaises herbes. Il existe du matériel qui permet de ramener le sol vers les plants lors d'un passage et de l'en écarter au passage suivant si l'on ne veut pas de la butte.

Tonte. Les petites tondeuses se manient facilement autour de nombreuses plantes pour raser la végétation indésirable. Le fauchage peut être très efficace pour prévenir la floraison et la fructification des mauvaises herbes. Par contre, il n'élimine pas la concurrence que leurs racines exercent à l'égard de l'eau. Une houe ou « fouet » à lame à deux tranchants ou un coupe-bordure à fil peut être très utile pour exécuter un fauchage sélectif. Il faut parfois débarrasser les lieux des inflorescences pour éviter la dissémination des graines après le fauchage.

Brûlage à flamme directe. Les brûleurs au propane qui produisent une flamme intense peuvent tuer très efficacement les mauvaises herbes. Étant donné que la vitesse d'avancement de ces appareils doit être de 5-10 km/heure pour éviter d'endommager la culture, il est nécessaire de planter la culture en lignes droites et d'aménager de larges zones pour les virages. Il existe aussi des brûleurs manuels; leur utilisation nécessite quand même un mouvement rapide de la flamme.

Paillis. Une couche épaisse de paillis peut empêcher la germination des mauvaises herbes et aide à conserver l'humidité du sol. Étaler sur le sol un paillis exempt de mauvaises herbes (d'une source sûre) après la mise en culture, mais avant la levée des mauvaises herbes. Pour cultiver des plantes florales de courte durée, poser sur le sol un film plastique et utiliser une planteuse qui installe les semences ou les plants à travers le plastique. Le plastique de couleur sombre est le plus efficace contre les mauvaises herbes, mais les autres couleurs peuvent être utiles pour d'autres usages. L'utilisation de plastique biodégradable dispense de la corvée du ramassage après la récolte. Le paillis organique, comme la paille ou les copeaux de bois fins, est également bon, mais à mesure que le paillis se décompose, il faut veiller à fournir assez d'azote aux plantes. À la fin de l'automne, ne pas étendre ce paillis trop près du pied des plants pour décourager l'activité des rongeurs pendant l'hiver. Les bâches à plat de pépinière peuvent être particulièrement utiles contre les mauvaises herbes quand on cultive des plants en pot à l'extérieur et pour les espèces florales vivaces qui poussent en touffes, parce que ce matériau est résistant, permet le drainage et n'est pas aussi glissant que le plastique. Les bâches à plat gardent le terrain exempt de mauvaises herbes, elles sont durables et faciles d'entretien. Comme les mauvaises herbes s'installent au bord de tous les paillis, un désherbage régulier sera nécessaire à ces endroits.

Herbicides. Comme son titre l'indique, le tableau 11-4, *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada,* p. 169, énumère les herbicides qui ont été homologués au Canada pour les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur. Choisir un herbicide homologué pour utilisation sur la culture et l'appliquer conformément au mode d'emploi qui figure sur l'étiquette. Utiliser un pulvérisateur qui ne sert qu'à l'application des herbicides. Bien le marquer. Prendre soin de le nettoyer soigneusement après chaque utilisation avec un nettoyant de cuve spécialement conçu comme Agral 90. Les pulvérisateurs équipés de caches ou d'écrans protecteurs peuvent empêcher les herbicides d'atteindre les plantes cultivées; d'autres techniques visant à réduire la dérive des gouttelettes, comme les buses à admission d'air, peuvent aussi être utiles. Il existe aussi des appareils de type applicateur (manuels ou montés sur le tracteur ou un véhicule tout terrain) qui déposent directement l'herbicide concentré, comme le glyphosate, sur les adventices à éliminer. Des applicateurs sélectifs au goutte-à-goutte sont aussi offerts sur le marché pour les applications très ciblées qui se font à proximité de fleurs. Les traitements localisés peuvent être très efficaces quand il s'agit de traiter des zones restreintes nouvellement envahies. Pour un maximum de résultats avec le glyphosate, attendre jusqu'au stade de la floraison des adventices vivaces comme le chardon, l'asclépiade ou le liseron. S'assurer de l'absence de fuites avant de commencer l'application, afin d'éviter que de la bouillie herbicide ne tombe sur la culture.

Note : Il est important d'alterner les groupes chimiques des herbicides utilisés (voir les groupes d'herbicides dans le tableau 11-4, *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada,* p. 169), pour réduire autant que possible l'accumulation de graines d'adventices échappant aux traitements, notamment les espèces qui tolèrent les triazines. Ne pas utiliser année après année des herbicides appartenant au même groupe; utiliser plutôt en alternance des produits appartenant à des groupes différents. L'alternance contribue aussi à éviter l'accumulation dans le sol de résidus chimiques susceptibles de causer des dommages à long terme aux cultures et éventuellement de nuire aux cultures suivantes.

Tableau 11–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Herbicides	Mauvaises herbes	Cultures	Groupe d'herbicides	Commentaires
Basamid Granular (fumigant) (dazomet)	PRÉ Contre les mauvaises herbes en germination	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur	Z	Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes De pas utiliser à une température de moins de 6 °C. Travailler le sol 5-7 jours après le traitement
Bonanza 400 Treflan EC Rival 500 EC (trifluraline)	PPI Contre les graminées et les dicotylédones annuelles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses et plantes vivaces (voir l'étiquette)	3	Incorporer dans la couche superficielle du sol, par deux passages perpendiculaires, dans les 24 heures qui suivent le traitement Placer les racines des plants repiqués sous la couche traitée
Dacthal W75 (chlorthal-diméthyl)	PRÉ Contre diverses espèces dont chénopode blanc, digitaire, éragrostide, mollugine verticillée, panic capillaire, véronique, sétaire, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	3	Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes Irriguer ou incorporer superficiellement dans les 3-5 jours s'il ne pleut pas
Devrinol 50 DF, Devrinol 2 G, Devrinol 10 G (napropamide)	PRÉ Mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	15	Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes Il faut 1 cm de pluie ou d'irrigation dans les 7 jours qui suivent le traitement (au printemps ou en automne) ou dans les 2 jours qui suivent (en été) pour éviter que le produit ne soit dégradé par les rayons du soleil. Très sûr pour les plants.
Dual Magnum Dual II Magnum (s-métolachlor)	PRÉ ou début de POST Morelle, graminées annuelles et amarante à racine rouge	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette")	15	Traiter seulement une fois par an. Utiliser au moins 150-200 L d'eau/ha
Frontier Max (diméthénamide-P)	PRÉ Échinochloa pied-de-coq, digitaire sanguine, morelle noire de l'Est, panic d'automne, sétaire gauque, panic capillaire, amarante à racine rouge	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	15	Appliquer autour et à l'intérieur du champ, des plantes ornementales à repiquer et dans les contenants.
Gallery 75 DF (isoxabène)	PRÉ Dicotylédones	Plantes ornementales en contenants Ne pas utiliser sur des cultures de fleurs coupées (voir l'étiquette)	21	Appliquer de la fin de l'été au début de l'automne, au début du printemps avant la germination ou immédiatement après le travail du sol Ne pas dépasser un traitement par saison de croissance
Kerb 50 WSP (propyzamide)	PRÉ Chiendent, graminées annuelles, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Iris, pivoine, plantes couvre-sol (voir l'étiquette)	15	Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes Donne de meilleurs résultats dans un sol frais et humide.

Herbicides	Mauvaises herbes	Cultures	Groupe d'herbicides	Commentaires
Princep Nine-T Simadex, Simazine 480 (simazine)	PRÉ Diverses graminées annuelles et dicotylédones	Plantes ornementales ligneuses et matériel de pépinière (voir l'étiquette)	5	Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes Des applications répétées peuvent laisser dans le sol des résidus nuisibles aux cultures subséquentes Utiliser la dose inférieure sur les sols pauvres en matière organique
Prowl H_2O (pendiméthaline)	PRÉ Échinochloa pied-de-coq, digitaire sanguine, panic d'automne, sétaire verte, chénopode blanc, amarante à racine rouge (maîtrise partielle)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	3	Appliquer autour et à l'intérieur du champ, des plantes ornementales à repiquer et dans les contenants.
Roundup (glyphosate)	POST Agit contre un large spectre de mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Avant la plantation ou le semis de toutes les cultures	9	Systémique, éviter les plants de grande valeur Appliquer sur des plantes en croissance active aux stades où elles sont sensibles
Vapam (métam)	PRÉ Contre les mauvaises herbes en germination	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur	Z	Bien travailler le sol une semaine avant l'application. La température du sol au moment de l'application doit être entre 16 et 32 °C à une profondeur de 7,5 cm
Venture L (fluazifop)	POST Graminées adventices (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	1	Traiter les herbacées en cours de croissance. Ne pas travailler le sol avant 5 jours. Faire un essai sur quelques plantes pour vérifier leur tolérance

PPI - en préplantation avec incorporation; PRÉ - en prélevée; POST - en postlevée (après la levée des mauvaises herbes)

12. Annexes

Annexe A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Wayne Brown
Spécialiste en floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 179
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : *wayne.brown@ontario.ca*

Graeme Murphy
Spécialiste en floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 106
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : *graeme.murphy@ontario.ca*

On trouvera la liste complète des conseillers et spécialistes du MAAARO sur le site *www.ontario.ca/cultures*.

Centre d'information agricole
À son numéro sans frais, le Centre fournit de l'information de nature technique et commerciale aux fermes commerciales, aux industries agricoles et aux entreprises rurales situées n'importe où en Ontario.
1, ch. Stone Ouest
Guelph ON N1G 4Y2
Tél. : 519 826-4047
Sans frais : 1 877 424-1300
Téléc. : 519 826-7610
Courriel : *ag.info.omafra@ontario.ca*

Annexe B. Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario - Coordonnées des bureaux régionaux

RÉGION Comté	Adresse	Téléphone/Télécopieur
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham	5775, rue Yonge, 8e étage Toronto ON M2M 4J1	Tél. : 416 326-6700 Sans frais : 1 800 810-8048 Téléc. : 416 325-6345
Centre-Ouest Haldimand-Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	Éd. du gouv. de l'Ontario 119, rue King O., 12e étage Hamilton ON L8P 4Y7	Tél. : 905 521-7640 Sans frais : 1 800 668-4557 Téléc. : 905 521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont, Dundas et Glengarry, Haliburton, Peterborough, Victoria, Northumberland, Renfrew, Ottawa-Carleton, Lanark, (cantons d'Airy, de Murchison, de Dickens, de Lyell et de Sabine)	C.P. 22032 1259 Gardiners Road, Unit 3, Kingston ON K7M 8S5	Tél. : 613 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 Téléc. : 613 548-6908
Sud-Ouest Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth, Simcoe	733, Exeter Rd., 2nd Floor London ON N6E 1L3	Tél. : 519 873-5000 Sans frais : 1 800 265-7672 Téléc. : 519 873-5020
Nord	Bureau régional et de district de Thunder Bay 435, rue James S., bur. 331 Thunder Bay ON P7E 6S7	Tél. : 807 475-1205 Sans frais : 1 800 875-7772 Téléc. : 807 475-1754
	Bureau du district de Sudbury 199, rue Larch, bur. 1201 Sudbury ON P3E 5P9	Tél. : 705 564-3237 Sans frais : 1 800 890-8516 Téléc. : 705 564-4180
	Bureau du district de Timmins Complexe du gouvernement de l'Ontario C.P. Bag 3080 5520 Route 101 Est South Porcupine ON P0N 1H0	Tél. : 705 235-1500 Sans frais : 1 800 380-6615 Téléc. : 705 235-1520
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40, av. St. Clair O, 7e étage Toronto ON M4V 1M2	Tél. : 416 327-5519 Téléc. : 416 327-2936
Autorisation des pesticides	Autorisation des pesticides 2, av. St. Clair O, étage 12A Toronto ON M4V 1L5	Tél. : 416 314-8001 Sans frais : 1 800 461-6290 Téléc. : 416 314-8452

Annexe C. Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture

Appeler le laboratoire pour connaître les analyses offertes aux serriculteurs.

Nom du laboratoire	Adresse	Coordonnées	Pour plus de renseignements
Agri-Food Laboratories	503 Imperial Rd., Unit 1, Guelph, ON N1H 6J2	Tél. : 519 837-1600 Sans frais : 1 800 265-7175 Téléc. : 519 837-1242 Site Web : *www.agtest.com* Courriel : *ca.agri.guelph.lab@sgs.com*	Jack Legg
Stratford Agri Analysis Inc.	C.P. 760 1131, rue Erie Stratford ON N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 Sans frais : 1 800 323-9089 Téléc. : 519 273-4411 Site Web : *www.stratfordagri.ca* Courriel : *info@stratfordagri.ca*	Keith Lemp Tina Beaucage
A & L Canada Laboratories East	2136 Jetstream Rd. London, ON N5V 3P5	Tél. : 519 457-2575 Sans frais : 1 855-837-8347 Téléc. : 519 457-2664 Site Web : *www.alcanada.com* Courriel : *alcanadalabs@alcanada.com*	Ian McLachlin Greg Patterson
Exova Accutest Laboratories	146 Imperial Rd., Unit 8, Nepean, ON K2E 7Y1	Tél. : 613 727-5692 Téléc. : 613 727-5222 Site Web : *www.exova.ca* Courriel : *lorna.wilson@exova.com*	Lorna Wilson
Forest Resources and Soils Testing Laboratory	955 Oliver Rd., Thunder Bay, ON P7B 5E1	Tél. : 807 343-8639 Laboratoire : 807 343-8026 Site Web : lucas.lakeheadu.ca/forest/ Courriel : *forestlab@lakeheadu.ca*	Joel Symonds Breanne Neufeld
Services de laboratoire	Université de Guelph, 95, ch. Stone Ouest Guelph ON N1H 8J7	Tél. : 519 767-6226 Sans frais : 1 877-863-4235 Téléc. : 519 767-6240 Site Web : *www.guelphlabservices.com/* Courriel : *aflinfo@uoguelph.ca*	Nick Schrier

Annexe D. Autres ressources

Centres de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux
960, av. Carling
Ottawa ON K1A 0C6
Tél. : 613 759-1952
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180546650582&lang=fra*

Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles
2585, route de comté 20
Harrow ON N0R 1G0
Tél. : 519 738-2251
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180624240102&lang=fra*

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments
1391, rue Sandford
London ON N5V 3P5
Tél. : 519 457-1470
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180640801098&lang=fra*

Ferme de recherches de Vineland
4902, av. Victoria N.
Vineland ON L0R 2E0
Tél. : 905 562-4113

Bureaux régionaux (phytoprotection) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments

www.inspection.gc.ca/francais/tocf.shtml

Belleville
345 rue College E.
Belleville ON K8N 5S7
Tél. : 613 969-3332

Brantford
625 Imperial Rd., Unit 6,
Brantford ON N3T 5V7
Tél. : 519 753-3478

Hamilton
709, rue Main O, bur. 101
Hamilton ON L8S 1A2
Tél. : 905 572-2201

London
1200 Imperial Rd., Unit 19,
London ON N5V 3P5
Tél. : 519 691-1300
Téléc. : 519 691-1314

Niagara Falls
C.P. 9, 350, rue Ontario, bur. 13
St. Catharines ON L2R 5L8
Tél. : 905 357-5981

Bureau régional d'Ottawa
38 Auriga Dr., Room 8
Ottawa ON K2E 8A5
Tél. : 613 274-7374, poste 221

Toronto
1124, av. Finch O., bur. 2
Downsview ON M3J 2E2
Tél. : 416 665-5055
Téléc. : 416 665-5069

Université de Guelph

Campus principal
Guelph ON N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120
Site Web : *www.uoguelph.ca*

Collège d'Alfred
Alfred ON K0B 1A0
Tél. : 613 679-2218
Téléc. : 613 679-2423
Site Web : *www.alfredc.uoguelph.ca*

Collège de Kemptville
Kemptville ON K0G 1J0
Tél. : 613 258-8336
Téléc. : 613 258-8384
Site Web : *www.kemptvillec.uoguelph.ca*

Collège de Ridgetown
Ridgetown ON N0P 2C0
Tél. : 519 674-1500
Site Web : *www.ridgetownc.on.ca*

Département de phytotechnie
Site Web : *www.plant.uoguelph.ca*

Département de phytotechnie, Guelph
50, ch. Stone E.
Guelph ON N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120, poste 56083
Téléc. : 519 763-8933

Département de phytotechnie, Simcoe
C.P. 587, 1283, Blueline Rd.
Simcoe ON N3Y 3R6
Tél. : 519 426-7127
Téléc. : 519 426-1225

Département de phytotechnie, Vineland
C.P. 7000, 4890, av. Victoria N.
Vineland Station ON L0R 2E0
Tél. : 905 562-4141
Téléc. : 905 562-3413

Division des services de laboratoire
Site Web : *www.uoguelph.ca/labserv*
Pesticides et contaminants à l'état de trace
C.P. 3650, 95, ch. Stone O.
Guelph ON N1H 8J7
Tél. : 519 767-6299
Clinique de diagnostic phytosanitaire (en anglais seulement)
Tél. : 519 767-6256

Centre de recherche et d'innovation de Vineland

C.P. 4000, 4890, av. Victoria N.
Vineland Station ON L0R 2E0
Tél. : 905 562-0320
Téléc. : 905 562-0084
Site Web : *www.vinelandontario.ca*

Annexe E. Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à :

Clinique de diagnostic phytosanitaire
Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, ch. Stone Ouest
Guelph ON N1H 8J7
Tél. : 519 767-6299
Téléc. : 519 767-6240
Site Web : *www.guelphlabservices.com*
Courriel : *aflinfo@uoguelph.ca*
Le paiement doit être joint aux échantillons envoyés au laboratoire. On peut se procurer les formulaires de demande d'analyse sur le site suivant :
www.guelphlabservices.com/AFL/submit_samples.aspx

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons
Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les populations de nématodes dans le sol sont généralement plus nombreuses en mai et en juin, puis de nouveau en septembre et octobre.

Comment prélever les échantillons
Prélever les échantillons à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Les échantillons de sol sont pris à une profondeur de 20 à 25 cm. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm (8-10 po). Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons. Bien mélanger ceux-ci. Ensuite, prélever que 0,5 à un L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 acres). Mélanger les sous-échantillons dans un seau ou un sac de plastique propre.

Où prélever les échantillons
Si la zone de prélèvement contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang et au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons
Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m^2 (5 400 pi^2),	10 sous-échantillons
500 m^2 - 0,5 ha (5 400 pi^2-1,25 a)	25 sous-échantillons
0,5 ha - 2,5 ha (1,2-6,25 a)	50 sous-échantillons

Racines

Pour les petites plantes, prélever tout le système racinaire plus le sol qui y adhère. Pour les grosses plantes, il faut prélever 10 à 20 g (1/2-1 once) en poids frais dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever des échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de touchées et de zones saines.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol
Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines
Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de sol humide prélevé au même endroit.

Entreposage
Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40-50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (gel). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. L'exactitude de la numération dépend du soin donné aux échantillons pendant la manutention.

Plantes présentées pour diagnostic de maladie ou identification

Formulaires de demande

On peut se procurer les formulaires de demande auprès d'un bureau du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). Prendre soin de bien remplir chacune des parties du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les trois dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon complet et représentatif des premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire, ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes se trouvent partout, prélever l'échantillon dans une zone où les dommages sont moyens. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient consister en une portion d'au moins 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige, y compris des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement du sol et la contamination des feuilles par celui-ci. Ne pas ajouter d'eau, de façon à ne pas encourager la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi d'échantillons

Expédier les échantillons le plus tôt possible en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes à corps dur dans des flacons ou des boîtes en prenant soin de les envelopper dans de l'essuie-tout ou de la ouate. Dans le cas d'insectes à corps mou et de chenilles, les placer dans des flacons contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir le spécimen. Ne pas fixer les insectes sur du papier avec un ruban gommé, ni les laisser libres dans une enveloppe.

Pour l'expédition, ne pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur le contenant.

Annexe F. Système international (SI)

Unités du SI (unités du système international)

Unités de longueur

10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres	=	1 kilomètre (km)

Unités de surface

100 m × 100 m = 10 000 m^2	=	1 hectare (ha)
100 ha	=	1 kilomètre carré (km^2)

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm^3)	=	1 centimètre cube (cm^3)
1 000 000 cm^3	=	1 mètre cube (m^3)

Liquides

1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 L	=	1 hectolitre (hL)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

(1,00 kg) 1 000 grammes	=	1 litre (1,00 L)
(0,50 kg) 500 g	=	500 mL (0,50 L)
(0,10 kg) 100 g	=	100 mL (0,10 L)
(0,01 kg) 10 g	=	10 mL (0,01 L)
(0,001 kg) 1 g	=	1 mL (0,001 L)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 g	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kg	=	1 tonne (t)
1 mg/kg	=	1 partie par million (ppm)

Équivalences solides-liquides

1 cm^3	=	1 mL
1 m^3	=	1 000 L

Conversions de volumes (valeurs approximatives)

5 mL	=	1 cuil. à thé
15 mL	=	1 cuil. à soupe
28,5 mL	=	1 once liquide

Conversions des taux d'application

Du SI au système impérial ou US (approximations)

litres à l'hectare × 0,09	=	gallon imp. à l'acre
litres à l'hectare × 0,11	=	gallon US à l'acre
litres à l'hectare × 0,36	=	pinte imp. à l'acre
litres à l'hectare × 0,43	=	pinte US à l'acre
litres à l'hectare × 0,71	=	chopines imp. à l'acre
litres à l'hectare × 0,86	=	chopines US à l'acre
millilitres à l'hectare × 0,014	=	onces liquides US à l'acre
grammes à l'hectare × 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare × 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare × 0,45	=	tonnes imp. à l'acre

Du système impérial ou US au SI (approximations)

gallons imp. à l'acre × 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
gallons US à l'acre × 9,35	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes imp. à l'acre × 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes US à l'acre × 2,34	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines imp. à l'acre × 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines US à l'acre × 1,17	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides imp. à l'acre × 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
onces liquides US à l'acre × 73	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes imp. à l'acre × 2,24	=	tonnes à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre × 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
livres à l'acre × 0,45	=	kilogrammes à l'acre (kg/a)
onces à l'acre × 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences liquides (approximations)

litres/hectare		*gallons (approx.)/acre*
50 L/ha	=	5 gal/a
100 L/ha	=	10 gal/a
150 L/ha	=	15 gal/a
200 L/ha	=	20 gal/a
250 L/ha	=	25 gal/a
300 L/ha	=	30 gal/a

Équivalences de poids (approximations)

g ou kg/ha		*oz ou lb/acre*
100 grammes	=	1½ once
200 grammes	=	3 onces
300 grammes	=	4¼ onces
500 grammes	=	7 onces
700 grammes	=	10 onces
1,10 kilogramme	=	1 livre
1,50 kilogramme	=	1¼ livre
2,00 kilogrammes	=	1¾ livre
2,50 kilogrammes	=	2¼ livres
3,25 kilogrammes	=	3 livres
4,00 kilogrammes	=	3½ livres
5,00 kilogrammes	=	4½ livres
6,00 kilogrammes	=	5¼ livres
7,50 kilogrammes	=	6¾ livres
9,00 kilogrammes	=	8 livres
11,00 kilogrammes	=	10 livres
13,00 kilogrammes	=	11½ livres
15,00 kilogrammes	=	13½ livres

Table de conversion – Du SI au système anglais (impérial) (approximations)

Longueur

1 millimètre (mm)	=	0,04 pouce
1 centimètre (cm)	=	0,40 pouce
1 mètre (m)	=	39,40 pouces
1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 mètre (m)	=	1,09 verge
1 kilomètre (km)	=	0,62 mille

Surface

1 centimètre carré (cm^2)	=	0,16 pouce carré
1 mètre carré (m^2)	=	10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m^2)	=	1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km^2)	=	0,39 mille carré
1 hectare (ha)	=	107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	=	2,5 acres

Volume (solides)

1 centimètre cube (cm^3)	=	0,061 pouce cube
1 mètre cube (m^3)	=	1,31 verge cube
1 mètre cube (m^3)	=	35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m^3)	=	0,81 acre-pied
1 hectolitre (hL)	=	2,8 boisseaux

Volume (liquides)

1 millilitre (mL)	=	0,035 once liquide
1 litre (L)	=	1,76 chopine
1 litre (L)	=	0,88 pinte
1 litre (L)	=	0,22 gallon (imp.)
1 litre (L)	=	0,26 gallon (US)

Poids

1 gramme (g)	=	0,035 once
1 kilogramme (kg)	=	2,21 livres
1 tonne (t)	=	1,10 tonne courte (ou tonne impériale)
1 tonne (t)	=	2 205 livres

Pression

1 kilopascal (kPa)	=	0,15 livre/pouce carré

Vitesse

1 mètre par seconde	=	3,28 pieds à la seconde
1 mètre par seconde	=	2,24 milles à l'heure
1 kilomètre par heure	=	0,62 mille à l'heure

Température

	°F =	(°C × 9/5) + 32

Table de conversion – Du système anglais au SI (approximations)

Longueur

1 pouce	=	2,54 cm
1 pied	=	0,30 m
1 verge	=	0,91 m
1 mille	=	1,61 km

Surface

1 pied carré	=	0,09 m^2
1 verge carré	=	0,84 m^2
1 acre	=	0,40 ha

Volume (solides)

1 verge cube	=	0,76 m^3
1 boisseau	=	36,37 L

Volume (liquide)

1 once liquide (imp.)	=	28,41 mL
1 chopine (imp.)	=	0,57 L
1 gallon (imp.)	=	4,55 L
1 gallon (US)	=	3,79 L

Poids

1 once	=	28,35 g
1 livre	=	453,6 g
1 tonne imp.	=	0,91 tonne (métrique)

Pression

1 livre au pouce carré	=	6,90 kPa

Température

°C	=	(°F – 32) × 5/9

Facteurs de conversion utiles (approximations)
litres/hectare × 0,4 = litres/acre
kilogrammes/hectare × 0,4 = kilogrammes/acre

Abréviations

%	=	pour cent (en poids)	gr	=	granulé, granulaire	m/s	=	mètres à la seconde
AP	=	poudre à usage agricole	ha	=	hectare	SC	=	concentré à pulvériser
cm	=	centimètre	kg	=	kilogramme	SI	=	système international
cm^2	=	centimètre carré	km/h	=	kilomètres à l'heure	SP	=	poudre soluble
DG	=	granulés dispersibles	kPa	=	kilopascal	t	=	tonne (métrique)
DF	=	produit pulvérulent	L	=	litre	t.c.	=	tonne courte (imp.)
DP	=	poudre dispersible	m	=	mètre	W	=	(poudre) mouillable
E	=	émulsifiable	m^2	=	mètre carré	WDG	=	granulés dispersibles dans l'eau
p. ex.	=	par exemple	m.a.	=	matière active	WP	=	poudre mouillable
F	=	pâte fluide	mL	=	millilitre			
g	=	gramme	mm	=	millimètre			

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide

Si un pesticide fait l'objet d'un déversement important, d'un vol ou d'un incendie, le signaler au ministère de l'Environnement au **1 800 268-6060.**

En cas d'empoisonnement par un pesticide ou de blessures causées par un pesticide, appeler le Centre Anti-Poison :

Toronto	1 800 268-9017
Malentendants (ATS)	1 877 750-2233

PRÉVENTION DES ACCIDENTS

- **• Lire l'étiquette.** Prendre toutes les précautions recommandées sur l'étiquette. Lire les consignes de premiers soins sur l'étiquette AVANT de manipuler le pesticide.
- **Mettre quelqu'un au courant des produits qu'on s'apprête à employer et de l'endroit où l'on se trouvera.**
- **Garder en dossier les étiquettes et fiches signalétiques des produits employés.** S'assurer que tout le monde sait où trouver ce dossier en cas d'urgence.
- **Afficher les numéros d'urgence près de tous les téléphones.**
- **Garder à portée de la main de l'eau claire, des essuie-tout, des gants de rechange et des survêtements propres pour le cas où l'on répandrait du produit sur soi.**

Si l'on croit qu'une personne ayant manipulé un pesticide présente des symptômes d'empoisonnement ou des blessures causés par ce pesticide, intervenir immédiatement.

MESURES À PRENDRE EN CAS D'ACCIDENT OU D'EMPOISONNEMENT

- En premier lieu, se protéger soi-même.
- Soustraire la victime à l'exposition au pesticide en la déplaçant hors des lieux contaminés.
- Réunir les quatre données essentielles : nom du produit, quantité, voie d'entrée et durée d'exposition.
- Appeler l'ambulance ou le Centre Anti-Poison.
- Commencer à donner les premiers soins en sachant que ceux-ci ne sauraient remplacer des soins médicaux.
- Fournir sur place au personnel affecté aux urgences ou apporter avec soi à l'hôpital l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant. Ne pas transporter de contenants de pesticide dans la cabine du véhicule réservée aux passagers.

PREMIERS SOINS

Si un pesticide entre en contact avec la peau :

- enlever tous les vêtements contaminés; laver la peau à fond à l'eau tiède, avec beaucoup d'eau et de savon;
- bien assécher la peau et la recouvrir de vêtements ou d'autres tissus propres.

Si un pesticide entre en contact avec les yeux :

- maintenir les paupières écartées et laver les yeux à l'eau claire sous le robinet pendant au moins 15 minutes.

Si un pesticide a été inhalé :

- déplacer la victime à l'air frais et desserrer ses vêtements;
- administrer la respiration artificielle si la personne a cessé de respirer.

Prendre garde de ne pas respirer l'air expiré par la victime, sous peine de s'empoisonner à son tour.

Si un pesticide a été ingéré :

- **appeler IMMÉDIATEMENT le Centre Anti-Poison.**

Les numéros de téléphone d'urgence figurent au début de chaque annuaire de téléphone Bell.

www.ontario.ca/cultures

PROTÉGE L'ENVIRONNEMENT
Ontario